

PATENT COOPERATION TREATY

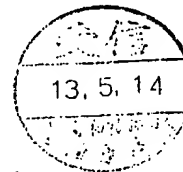
PCT

**NOTIFICATION CONCERNING
THE FILING OF AMENDMENTS OF THE CLAIMS**
(PCT Administrative Instructions, Section 417)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIDA, Takashi
A. Aoki, Ishida & Associates
Toranomon 37 Mori Bldg.
5-1, Toranomon 3-chome
Minato-ku, Tokyo 105-8423
JAPON



24

Date of mailing (day/month/year) 04 May 2001 (04.05.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference H821-PCT	
International application No. PCT/JP00/08306	International filing date (day/month/year) 24 November 2000 (24.11.00)
Applicant CITIZEN WATCH CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified that amendments to the claims under Article 19 were received by the International Bureau on:

27 April 2001 (27.04.01)

2. This date is within the time limit under Rule 46.1.

Consequently, the international publication of the international application will contain the amended claims according to Rule 48.2(f), (h) and (i).

3. The applicant is reminded that the international application (description, claims and drawings) may be amended during the international preliminary examination under Chapter II, according to Article 34, and in any case, before each of the designated Offices, according to Article 28 and Rule 52, or before each of the elected Offices, according to Article 41 and Rule 78.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorised officer

Susumu Kubo

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. AOKI, ISHIDA & ASSOCIATES

PATENTS, TRADEMARKS AND LAW

TORANOMON 37 MORI BLDG.
3-5-1, TORANOMON, MINATO-KU
TOKYO 105-8423, JAPAN

TELEPHONE: 81-3-5470-1900
FACSIMILE: 81-3-5470-1911
81-3-5402-5018(G4)

Your Ref.:

Our Ref. : H821-PCT'

A. AOKI	Ph. D. (TEXT. & MECH. ENG.)
S. UI	LL. B. (LEGAL & TRADEMARKS)
T. ISHIDA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
K. UETANI	LL. B. (LEGAL & TRADEMARKS)
T. YOSHIDA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
A. AOKI, Jr.	LL. M. (TRADEMARKS)
J. TSURUTA	M. E. (MECH. ENG.)
M. NISHIYAMA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
S. HIGUCHI	B. E. (MECH. ENG.)
T. KATSUBE	LL. B. (TRADEMARKS)
T. FUKUNOTO	B. S. (BIO. & BIOCHEM.)
T. KOGA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
S. TSUCHIYA	B. E. (ELECT. ENG.)
K. TAKEUCHI	B. S. (CHEM.)
T. SHIMADA	M. E. (MECH. ENG.)
A. HINO	B. S. (BIO. & BIOCHEM.)
T. SHIMOMICHI	B. E. (ELECT. ENG.)
T. OGAWA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
M. SHINOZAKI	B. E. (MECH. ENG.)
T. NAGASAKA	M. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
H. TAJIMA	LL. B. (TRADEMARKS)

Attorney at Law

K. IMAEDA	B. A. (DESIGN)
Y. KORIYASHI	B. S. (CHEM. ENG.)
H. SUGIYAMA	B. S. (CHEM. & CHEM. ENG.)
T. MEGA	B. E. (ELECT. ENG.)
K. NAKAMURA	B. S. (BIO. & BIOCHEM.)
K. KIKUCHI	LL. B. (TRADEMARKS)
S. HIROSE	M. E. (MECH. ENG.)
H. KANEMATSU	M. E. (ELECT. ENG.)
Y. KURACHI	M. E. (ELECT. ENG.)
K. YOSHI	M. S. (CHEM.)
C. MINAMIMURA	B. E. (ELECT. ENG.)
G. TAZAKI	M. S. (CHEM.)
M. OZeki	M. S. (BIO. & BIOCHEM.)
N. YAMAGUCHI	B. E. (MECH. ENG.)
M. MIZUNO	B. A. (DESIGN)
N. TOGAWA	LL. B. (TRADEMARKS)

M. MATSUSHITA	B. E. (ELECT. ENG.)
K. NAKAYAMA	B. E. (MECH. ENG.)
M. IWADA	M. S. (CHEM.)
K. IIRAIWA	B. E. (ELECT. ENG.)
S. MIYATA	B. E. (DESIGN)
S. TSUJIMOTO	B. E. (MECH. ENG.)
Y. TERADA	Ph. D. (CHEM.)
S. KUWAKADO	B. E. (MECH. ENG.)

Advisor	B. S. (CHEM.)
K. NISHITATE	

-Holiday Notice-
Our firm will close from
May 3 to May 6, 2001.
The Patent Office will close on
these days.

April 27, 2001

PCT Division
World Intellectual Property Organization
34 Chemin des Colombettes
1211 Geneva 20
SWITZERLAND

Amendment of the claims under PCT Article 19(1)

Re: International Application No. PCT/JP00/08306
Applicant: CITIZEN WATCH CO., LTD.
Agent: ISHIDA Takashi et al
International Filing Date: November 24, 2000
Applicant's (or agent's) file reference: H821-PCT

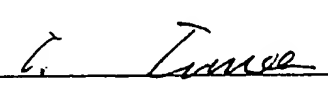
Dear Sirs:

The applicant, who received the International Search Report dated March 6, 2001 relating to the above identified International Application, hereby files an amendment under PCT Article 19(1), as in the attached replacement sheets.

Thus, claims 1 to 4 are amended, and claims 5 to 10 are unchanged.

The Applicant also files as attached herewith a brief statement explaining the amendment.

Very truly yours,


Junichi Tsuruta
Head of Patent Department
A. AOKI, ISHIDA & ASSOCIATES

EN/yk
Attachments:
(1) Replacement sheets 3 sheets
(2) Brief Statement 1 sheet

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 H821-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/08306	国際出願日 (日.月.年) 24.11.00	優先日 (日.月.年) 24.11.99
出願人(氏名又は名称) シチズン時計株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

- a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
- b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
 第 11 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし
☐ 出願人は図を示さなかった。
☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP、0886169、A2 (Matsushita Electric Industrial Co. Ltd) 23. 12月. 1998 (23. 12. 98) & JP、11-7007、A	1-10
X	JP、11-119215、A (松下電器産業株式会社) 30. 4月. 1999 (30. 04. 99) (ファミリーなし)	4~7, 9, 10
Y		8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 02. 01

国際調査報告の発送日

06.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤岡 善行

2X 9225

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP、0470817、A2 (SEIKO EPSON CORPORATION) 12. 2月. 92 (12. 02. 92) 第11欄第28-36行 & JP、4-97121、A	8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月31日 (31.05.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/38932 A1

(51) 国際特許分類⁷: G02F 1/1355

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/08306

(22) 国際出願日: 2000年11月24日 (24.11.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平 11/332127 24 July 01/2001
1999年11月24日 (24.11.1999) JP
特願平 2000-195391
2000年6月29日 (29.06.2000) JP

靖 (KANEKO, Yasushi) [JP/JP]. 新井 真 (ARAI, Makoto) [JP/JP]; 〒359-8511 埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒163-0428 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号 Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 補正書・説明書

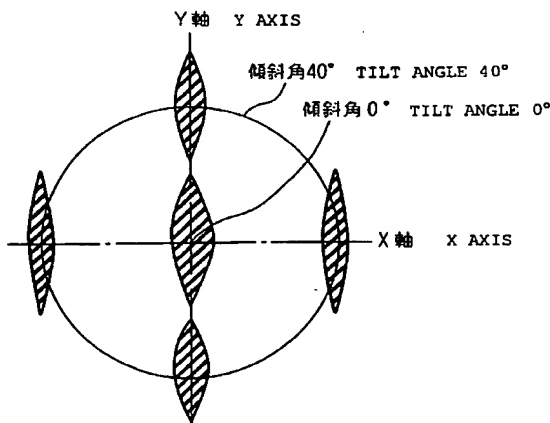
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金子

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY UNIT

(54) 発明の名称: 液晶表示装置



(57) Abstract: A liquid crystal display unit comprising an upper polarization plate (11), an optical compensation element, an anisotropic scattering layer (10), a reflection layer (9) and a liquid crystal element (20) incorporating the reflection layer (9), wherein, when a direction of a preferential angle of view of the anisotropic scattering layer is set as Y axis and a direction approximately orthogonal to the Y axis as X axis, a light beam incident onto the anisotropic scattering layer has a scattering angle wider in the Y-axis direction than in the X-axis direction. In addition, angle dependency characteristics of a straight-go transmittance of the anisotropic scattering layer are symmetrical with respect to a layer normal, and a straight-go transmittance from the layer normal direction is lower than that from a slant direction.



(57) 要約:

液晶表示装置は上偏光板 11 と光学補償素子と異方性散乱層 10 と散乱層 9 と、反射層 9 を内在した液晶素子 20 とを備えている。そして、異方性散乱層の優先視野角の方向を Y 軸とし、該 Y 軸方向とほぼ直交する方向を X 軸とした場合、異方性散乱層へ入射した光は、X 軸方向への散乱角度より Y 軸方向への散乱角度が広い。また、異方性散乱層の直行透過率の角度依存特性は層法線方向に対して対称であり、かつ、層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低い。

明 細 書

液晶表示装置

技術分野

本発明は液晶表示装置の構成に関し、特に液晶表示素子内部の反射板と1枚の偏光板で構成し、明るい白黒表示やカラー表示を実現する単偏光板方式の反射型液晶表示装置に関するものである。

背景技術

従来、反射型液晶表示装置は、1対の偏光板と、一方の偏光板の外側に配置した反射層の間に、TN（ツイステッドネマティック）液晶素子や、STN（スーパーツイステッドネマチック）液晶素子を設けた反射型液晶表示装置が主に用いられている。しかし、この方式では明るさが低く、さらに、反射層がガラス基板の外側にあるので、表示に影が生じるという問題がある。

上記問題の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板方式の反射型液晶表示装置が提案されている。偏光板が1枚であるので、従来の偏光板を2枚用いる反射型液晶表示装置より、明るさを改善することができる。

また、単偏光板方式液晶表示装置では、反射層を液晶表示素子内部に形成することで、表示の影の問題も解決することが可能である。

この単偏光板方式液晶表示装置は、1枚の偏光板と、1枚の位相差板と、反射層を内在した液晶素子とから構成され、例えば特開平4-97121号公報に開示されている。また、位相差板の代わりに、液晶層のねじれ方向と逆方向にねじれた構造を持つ補償層を用

いた単偏光板方式液晶表示装置も開示されており、例えば特開平 10-123505 号公報に開示されている。

しかし、前述した反射層を内在して、1 枚の偏光板からなる単偏光板方式の液晶表示装置では、反射層が鏡面であると、光が入射した正反射方向以外には光が出てこないのもので、暗い表示となる。そこで、正反射方向以外でも明るい表示を得るために、反射電極に凸凹を形成する方法が用いられてきたが、製造法が難しいという問題がある。

さらに、より簡単な構成で、明るい表示を得るために、鏡面反射板を用い、偏光板の外側に、後方散乱が少なく、前方散乱の大きい散乱層を設けた液晶表示装置が開発され、例えば、特開平 8-201802 号公報に開示されている。

しかし、この散乱層を設けた液晶表示装置では、明るさを改善するために散乱層の散乱度を上げると文字ボケが発生するために、散乱度をあまり高くできず、より明るい表示が望まれていた。

そこで、より明るい表示を得るために、鏡面反射板を用い、偏光板の外側や、液晶素子と偏光板の間に、複数の散乱層を設け、この散乱層のうち、少なくとも 1 枚は、散乱の角度依存性が層法線方向に対して非対称であるものを用いた液晶表示装置が開発され、例えば、特開平 11-119215 号公報に開示されている。

この液晶表示装置では、光散乱の角度依存性が層法線方向に対して非対称である散乱層を用い、視認方向の散乱度を低くし、入射方向の散乱度を高くすることで、文字ボケが比較的少ない状態でも明るい表示が得られる。しかし、入射方向の散乱度が高いために、入射光の後方散乱が大きくなり、コントラストが低下した。さらに、入射光に対する散乱性の角度依存性が大きいので、明るさも急激に変化してしまい、視野角依存性があまり良くなかった。

本発明の目的は、前記従来技術の課題を解決し、比較的簡単な構成で、明るく、文字ボケの少ない表示が、広い視野角範囲で得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供することである。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明液晶表示装置は、反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備え、反射板より視認者側に設けられた入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層とを有し、前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、該異方性散乱層へ入射した光の散乱角度は、X軸方向への散乱角度よりY軸方向への散乱角度が広いことを特徴とする。

また、異方性散乱層の直行透過率の角度依存性は層法線方向に対して対称であり、かつ、層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低いことを特徴とする。

そして、異方性散乱層に加えて、散乱層を設けたことを特徴とする。また、ネマチック液晶は、ツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ に配向してあることを特徴とする。

また、異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、直行透過率のX軸方向とY軸方向における入射角依存性は異方性散乱層の層法線方向に対して対称で、異方性散乱層の層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、かつ、斜め方向の直行透過率がX軸方向とY軸方向で異なることを特徴とする。

そして、異方性散乱層は、X軸方向に斜めに傾けたときの直行透

過率がY軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率より高いことを特徴とする。

また、異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、直行透過率のY軸方向における入射角依存性は異方性散乱層の層法線方向に対して対称で、異方性散乱層の層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、かつ、前記異方性散乱層の直行透過率のX軸方向における入射角依存性は異方性散乱層の法線方向に対して非対称であることを特徴とする。

上記液晶表示装置において、反射層を半透過反射層とし、前記第1の基板の外側に少なくとも1枚の光学補償素子と下偏光板を設け、かつ該下偏光板の外側にバックライトを設けたことを特徴とする。

また、第1の基板又は第2の基板にどちらか一方に複数色を有したカラーフィルタを設けたことを特徴とする。

また、光学補償素子として、位相差板又はねじれ位相差板、あるいは位相差板とねじれ位相差板の両方を用いることを特徴とする。

発明の効果

本発明によれば、上偏光板、光学補償素子、異方性散乱層、反射層を内在した液晶素子等より構成された単偏光板方式の液晶表示装置において、異方性散乱層へ入射した光の散乱角度に関し、優先視野角方向（Y軸方向）への散乱角度が優先視野角方向と直交する方向（X軸方向）への散乱角度より広い異方性散乱層を用いた。

また、異方性散乱層の直行透過率の角度依存特性は層法線方向に対しX軸方向において対称、または非対称とし、かつ層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低くした。

そのため、外光を用いて、明るくコントラストの高い、視野角性能が良好な表示を得ることができる。

また、本発明によれば、前記反射層を半透過反射層とし、バックライトを設けることにより、外光による反射表示と、バックライト照明による透過表示が可能となる。

さらに、本発明によれば、液晶素子にカラーフィルタを設けることにより、カラー表示をすることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 2 は、異方性散乱層の入射角依存特性を示すグラフである。

図 3 は、異方性散乱層の入射角依存特性を示すグラフである。

図 4 A、4 B は、異方性散乱層の直行反射率を説明するための図である。

図 5 は、異方性散乱層の入射角依存特性を示すグラフである。

図 6 は、異方性散乱層の入射角依存特性を示すグラフである。

図 7 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 8 は、本発明による液晶表示装置の画素部を拡大した平面図である。

図 9 は、本発明による液晶表示装置の構成要素の配置関係を示す平面図である。

図 10 は、本発明による液晶表示装置の構成要素の配置関係を示す平面図である。

図 11 は、本発明の液晶表示装置に用いた異方性散乱層の散乱特性を示す図である。

図 12 は、通常の散乱層の散乱特性を示す図である。

図 13 は、本発明による液晶表示装置の構成要素の配置関係を示す

す平面図である。

図 1 4 は、本発明の液晶表示装置に用いた異方性散乱層の散乱特性を示す図である。

図 1 5 は、本発明の液晶表示装置に用いた異方性散乱層の散乱特性を示す図である。

図 1 6 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 1 7 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 1 8 は、本発明の液晶表示装置の画素部を拡大した平面図である。

図 1 9 は、本発明による液晶表示装置の構成要素の配置関係を示す平面図である。

図 2 0 は、本発明による液晶表示装置の構成要素の配置関係を示す平面図である。

図 2 1 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 2 2 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

図 2 3 は、本発明の液晶表示装置の画素部を拡大した平面図である。

図 2 4 は、本発明による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

発明の詳細な説明

以下、図面を用いて本発明を実施するための最良な形態における液晶表示装置の構成と作用を説明する。図 1 は本発明に用いる液晶

表示装置の構成要素を説明するための断面図である。

本発明の液晶表示装置は、図 1 に示すように、液晶素子 20 と、液晶素子 20 の上側、つまり反射板より視認者側に設けた異方性散乱層 10 と、光学補償素子として位相差板 13 と、上偏光板 11 により構成される。本発明の液晶表示装置は、異方性散乱層の優先視野角の方向を Y 軸とし Y 軸とほぼ直行する方向を X 軸とした場合、異方性散乱層に入射した光は X 軸方向への散乱角度より Y 軸方向への散乱角度が大きい異方性散乱層を用いている。層法線方向つまり傾斜角 0° の直行透過率が斜め方向からの直行透過率よりも低い異方性散乱層 10 を用いていることが特徴である。

液晶素子 20 は、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4、シール材 5、ネマティック液晶 6、反射層 7 を有している。

図 2、図 3 は本発明で用いる異方性散乱層の入射角依存特性を示したグラフである。図 2 は、異方性散乱層の優先視野角の方向を Y 軸とした場合、Y 軸と直交した方向の X 軸方向における直行透過率の入射角依存特性を示したグラフであり、図 3 は、異方性散乱層の Y 軸方向における直行透過率の入射角依存特性を示したグラフである。図 2、図 3 において、横軸は層法線方向を 0° と定義した場合の層法線方向に対する入射光線の傾斜角度であり、縦軸は直行透過率を表している。

図 4 A、4 B は異方性散乱層の直行透過率を説明するための図である。図 4 A は X 軸方向における異方性散乱層の断面を示している。点線で示す層法線に対して傾斜角 θ_x で異方性散乱層 10 に入射した光 L_{ix} は、入射時わずかに後方散乱光 f_x 、 g_x を出すが、ほとんどの入射光線はそのまま直行する。異方性散乱層 10 を出るとき図に示すように、 a_x 、 b_x 、 c_x 、 d_x 、 e_x の方向に前方

散乱する。 $L i x$ の入射光量に対して、直進光の $c x$ 方向の光量の比率が直行透過率である。層法線方向からの直行透過率とは、傾斜角 θx が 0° であるときの $c x$ の光量比であり、斜め方向からの直行透過率とは、傾斜角が 0° ではないときの $c x$ の光量比となる。

図 4 B は Y 軸方向における異方性散乱層の断面を示している。X 軸方向における断面と同様に、点線で示す層法線に対して傾斜角 θy で異方性散乱層 10 に入射した光 $L i y$ は入射時わずかに後方散乱光 $f y$ 、 $g y$ を出すが、ほとんどの入射光線はそのまま直行する。異方性散乱層 10 を出るとき図に示すように、 $a y$ 、 $b y$ 、 $c y$ 、 $d y$ 、 $e y$ の方向に前方散乱する。Y 軸方向であっても、X 軸方向で考察したように、 $L i x$ の入射光量に対して、直進光の $c y$ 方向の光量の比率が直行透過率となる。また層法線方向からの直行透過率も同様に、傾斜角 θy が 0° であるときの $c y$ の光量比であり、斜め方向からの直行透過率とは、傾斜角が 0° ではないときの $c y$ の光量比となる。

図 2、図 3 において、曲線 30 は、通常の散乱層の特性、曲線 31 は本発明で用いた異方性散乱層の特性であり、点線で描かれた曲線 32 は本発明の別の実施形態で用いた異方性散乱層の特性をそれぞれ示す。曲線 33 は、特開平 11-119215 号公報に記載された異方性散乱層の特性であり、X 軸方向における直行透過率の入射角依存特性が層法線方向に対して非対称である。なお、Y 軸方向における直行透過率の入射角依存特性は層法線方向に対して対称であるが、層法線方向の透過率が、斜め方向の透過率よりも高くなっている点为本発明で用いた異方性散乱層と異なる。

曲線 30 に示した通常の散乱層の場合、図 2、図 3 に示す様に、X 軸方向と Y 軸方向の直行透過率の入射角依存特性はほぼ同じである。そして、散乱層の層法線方向に対して対称であり、散乱層の層

法線方向からの直行透過率は斜め方向からの直行透過率より高い。また、傾斜角が変化しても X 軸方向の直行透過率と、Y 軸方向の直行透過率の値はほぼ等しく、従って、散乱性能はほぼ一定である。

曲線 3 1 で示した本発明で用いた異方性散乱層の場合、X 軸方向と Y 軸方向の直行透過率の入射角依存特性は、異方性散乱層の層法線方向に対して対称であり、散乱層の層法線方向からの直行透過率は斜め方向からの直行透過率より低い。そして、斜め方向の直行透過率は X 軸方向と Y 軸方向で異なっている。この場合図 2 と図 3 に示されているように、X 軸方向の斜め方向における直行透過率の最大値が 30% となっており Y 軸方向の直行透過率の最大値 24% より大きくなっている。

曲線 3 2 で示した本発明の別の実施形態で用いた異方性散乱層の場合、Y 軸方向の直行透過率の入射角依存特性は、異方性散乱層の層法線方向に対して対称である。しかし、X 軸方向の直行透過率の入射角依存特性は、異方性散乱層の層法線方向に対して非対称である。そして、Y 軸方向における散乱層の層法線方向からの直行透過率は斜め方向からの直行透過率より低い。さらに図 2、図 3 に示されているように、X 軸方向の斜め方向における直行透過率の最大値が 27% となっており、Y 軸方向における直行透過率の最大値の 20% より大きくなっている。

散乱層は、積分球を用いて測定する全光線透過率の内、10～20% が入射方向と平行な方向に透過し、残りは散乱光となる。先に述べたように、入射方向と平行な方向に透過する光量の率を直行透過率と定義する。散乱性能は、ヘイズ値と呼ばれ、

ヘイズ値 = $100 \times (\text{散乱光透過率}) / (\text{全光線透過率})$

$(\text{散乱光透過率}) = (\text{全光線透過率}) - (\text{直行透過率})$

で定義される。曲線 3 0 で示した従来の散乱層の全光線透過率は約

90%と高く、散乱光透過率は約70%であるので、ヘイズ値は約80である。

一方、曲線31, 32に示した異方性散乱層の場合、全光線透過率は約90%で、層法線方向の直行透過率は約12%と低く、ヘイズ値は約87と散乱性能は高い。しかし、層法線方向から50°傾けた方向からの入射光に対する直行透過率は約20%と高くなり、ヘイズ値約78となり、散乱性能が低くなる。

図5、図6は本発明の別の実施形態で用いる異方性散乱層の入射角依存特性を示したグラフである。図5は、異方性散乱層のX軸方向における直行透過率の入射角依存特性を示したグラフであり、図6は、異方性散乱層のY軸方向における直行透過率の入射角依存特性を測定したグラフである。図5、図6において、曲線30は図2、3で示した通常の散乱層の入射角依存特性であり、曲線33は図2、3で示した特開平11-119215号公報に記載された法線方向に対して非対称な特性を示す散乱層の入射角依存特性を示した曲線である。

曲線34, 35について説明する。曲線34と曲線35で示した本発明で用いた異方性散乱層の場合、X軸方向とY軸方向の直行透過率の入射角依存特性は、異方性散乱層の層法線方向に対して対称であり、散乱層の層法線方向からの直行透過率は斜め方向からの直行透過率より低い。また、図からわかるように、X軸方向の直行透過率の値とY軸方向の直行透過率の入射角依存特性は同じである。

点線で描かれている曲線35の方が曲線34よりも直行透過率が低く、散乱性が高い異方性散乱層である。

次に、本発明の液晶表示装置の実施例について記載する。

(実施例1)

図7は実施例1の液晶表示装置の構成を示す。図7に示すように

、液晶表示装置は液晶素子 20、液晶素子 20 の上側、つまり反射板より視認者側に設けた異方性散乱層 10、ねじれ位相板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14、及び上偏光板 11 を有する。本実施例では光学補償素子として、ねじれ位相板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14 の 3 枚の位相差板を用いている。

上偏光板 11、第 2 の位相差板 14、第 1 の位相差板 13、ねじれ位相差板 12、及び異方性散乱層 10 はアクリル系粘着剤で一体化されており、液晶素子 20 と異方性散乱層 10 もアクリル系樹脂を用いて貼り付けられている。

液晶素子 20 は、アルミニウムからなる厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の反射層 7、アクリル系材料からなる厚さ $2 \mu\text{m}$ の保護膜 8、及び透明電極材料である ITO とからなる第 1 の電極 3 が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板の第 1 の基板 1 と、ITO からなる第 2 の電極 4 が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第 2 の基板 2 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 を張り合わせるシール材 5 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 に挟持されている左回り 240° ツイスト配向のネマチック液晶 6 を有する。

ITO からなる第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の透過率は、明るさの観点から重要である。ITO のシート抵抗値が低いほど膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。本実施例では、第 2 の電極 4 にデータ信号を印加したのでクロストークの影響が少ない。本実施例ではシート抵抗値が 100オーム で厚さ $0.05 \mu\text{m}$ の ITO を用いた。平均透過率は約 92% であった。

第 1 の電極 3 に走査信号を印加したので、クロストークを低下させるためにシート抵抗値 10オーム で厚さ $0.3 \mu\text{m}$ の ITO を用いた。平均透過率は約 89% と低い、本実施例のように少なくと

も一方の基板に、透過率が90%以上の透明電極を用いることにより明るさを改善した。

図8は液晶表示装置の画素部を拡大した構成の平面図である。第1の電極3と第2の電極4の交差した部分が画素となる。なお、7は反射層である。

反射層7として、アルミニウム薄膜がスパッタ法で形成され、さらに表面を保護するために厚さ $0.03\mu\text{m}$ の SiO_2 が同じくスパッタ法で形成される。図8に示されたように、反射層7は画素周辺に長方形の形状で形成される。特に下地処理を行っていないので、形成された反射層7は鏡面になっている。

上偏光板11はなるべく明るく、かつ、偏光度が高いことが好ましい。本実施例では、透過率45%で偏光度99.9%の材料を使用した。上偏光板11の表面には反射率が0.5%程度の無反射層が設けられる。この無反射層は屈折率の異なる無機薄膜を真空蒸着法やスパッタ法で数層コートして形成される。これにより、上偏光板11の表面反射が低下し、透過率が改善され明るくなった。また、黒レベルが低下するためコントラストも改善した。

ねじれ位相差板12は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを、トリアセチルセルロース(TAC)フィルムやポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムに配向処理してから塗布し、 150°C 程度の高温で液晶状態にし、ツイスト角を調整後、室温まで急冷して、そのねじれ状態を固定化したフィルムである。あるいは、配向用フィルムに配向処理を施し、液晶性高分子ポリマーを塗布し、ねじれ状態を固定後、別に用意したTACフィルムに液晶性高分子ポリマーを配向用フィルムから転写して形成したフィルムである。本実施例では、ツイスト角 $T_c = -240^{\circ}$ で、複屈折性を示す $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.80\mu\text{m}$ の右回りのねじれ位相差板12が用

いられる。

第1の位相差板13は、ポリカーボネート（PC）を延伸した厚さ約 $70\text{ }\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長が $0.55\text{ }\mu\text{m}$ で位相差値 $F_1 = 0.14\text{ }\mu\text{m}$ であって、 $1/4$ 波長相当である。第2の位相差板14もPCを延伸した厚さ約 $70\text{ }\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長が $0.55\text{ }\mu\text{m}$ で位相差値 $F_2 = 0.28\text{ }\mu\text{m}$ とし、 $1/2$ 波長相当に設定した。

本実施例において用いられる異方性散乱層10は、図2、図3の曲線31に示す特性を有している。

図2に示すように、曲線31によると、X軸方向の直行透過率の入射角依存特性は法線方向に対して対称である。そして、法線方向では直行透過率が16%と低く、散乱度を表すヘイズ値は約82と高い。しかし、層法線方向からX軸方向の傾斜角が大きくなると、つまり斜め方向から入射すると、直行透過率の最大値が対称に約30%まで上昇し、ヘイズ値が約67まで下がる。

図3に示すように、曲線31によると、Y軸方向の直行透過率の入射角依存特性は法線方向に対して対称である。そして、法線方向では直行透過率が16%と低く、散乱度を表すヘイズ値は約82と高い。しかし、層法線方向からX軸方向の傾斜角が大きくなると直行透過率の最大値が対称に約24%まで上昇し、ヘイズ値が約73まで下がる。

図2、3からわかるように、曲線31の特性の場合、X軸方向とY軸方向の入射角依存特性は共に層法線方向に対して対称であり、かつ法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低い。一方、X軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率が、Y軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率より高くなっている。つまりX軸方向とY軸方向とで直行透過率の最大値が異っている。

つぎに、液晶表示装置の各構成要素の配置関係を図 9 と図 10 を用いて説明する。図 9 と図 10 は液晶表示装置を上側、つまり視認者側から見た図である。水平軸 H を基準にし、反時計回りを正の回転方向と定義する。図 7 において、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の表面には配向膜（図示せず）が形成される。図 9 に示すように、第 1 の基板 1 は、水平軸 H に対して、右上がり 30° 方向にラビング処理されることで、下液晶分子配向方向 $6a$ は $+30^\circ$ となる。第 2 の基板 2 は右下がり 30° 方向にラビング処理されることで上液晶分子配向方向 $6b$ は -30° となる。粘度 20 cP のネマチック液晶に、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチ P を $11\text{ }\mu\text{m}$ に調整することにより、左回りで 240° ツイストの STN モードの液晶素子 20 を形成した。

使用するネマチック液晶 6 の複屈折差 Δn は 0.15 で、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 のすきまであるセルギャップ d は $5.6\text{ }\mu\text{m}$ とした。したがってネマチック液晶 6 の複屈折差 Δn とセルギャップ d との積である液晶素子 20 の複屈折量 $\Delta n d$ 値は $0.84\text{ }\mu\text{m}$ であった。

図 10 に示すように、上偏光板 11 の透過軸 $11a$ は、水平軸 H を基準にして $+45^\circ$ に配置されている。ねじれ位相板 12 の下分子配向 $12a$ は、水平軸 H を基準にして $+60^\circ$ に配置され、上分子配向 $12b$ は -60° に配置され、右回転ツイスト角 $T_c = 240^\circ$ となる。そして、複屈折性の差 $\Delta R = R_s - R_c = 0.04\text{ }\mu\text{m}$ と、ねじれ位相差板 12 の複屈折性と、液晶素子 20 の複屈折性とをほぼ等しくした。

第 1 の位相差板の遅相軸 $13a$ は水平軸 H を基準に -30° に配置し、第 2 の位相差板の遅相軸 $14a$ は水平軸 H を基準に $+30^\circ$ に配置した。また、異方性散乱層 10 の X 軸 $10x$ を優先視野角方

向 1 5 と直行する水平軸 H と平行に配置した。

次に、本実施例の液晶表示装置の動作について説明する。ねじれ位相差板 1 2 のツイスト角 T_c と $\Delta n d$ 値 R_c を、液晶素子 2 0 のツイスト角 T_s と $\Delta n d$ 値 R_s とほぼ等しくしてある。さらに、ねじれ位相差板 1 2 を図 1 0 に示したように液晶分子に対して直交した方向に配置することにより、液晶素子 2 0 で発生する複屈折性はねじれ位相差板 1 2 により完全に補償され、複屈折性は発生しない。

位相差値 F_1 が $1/4$ 波長相当の $0.14 \mu m$ である第 1 の位相差板 1 3 と、位相差値 F_2 が $1/2$ 波長相当の $0.28 \mu m$ である第 2 の位相差板 1 4 を、交差角が 60° となるように重ねた。波長 $0.55 \mu m$ における 2 枚合計の位相差値は $0.14 \mu m$ となり、波長 $0.4 \mu m$ 付近の短波長では $0.14 \mu m$ より小さく、波長 $0.7 \mu m$ 付近の長波長では $0.14 \mu m$ より大きくなった。また 2 枚合計の実質的な遅相軸は水平軸方向となる。

つまり、2 枚の位相差板を用いることで、短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することが可能となる。つまり、位相差値 F を波長 λ で除した F/λ 値は、全ての可視光領域にわたり、ほぼ $1/4$ にすることが可能となる。したがって、上から順に、偏光板、広帯域 $1/4$ 波長板、反射板の構成で、偏光板から入射した直線偏光は、 $1/4$ 波長板で円偏光となり、反射板で反射し、再度 $1/4$ 波長板を透過して、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、偏光板で吸収されて、完全な黒表示となる。

図 7 において、上偏光板 1 1 から入った直線偏光は、第 2 の位相差板 1 4 と第 1 の位相差板 1 3 とを透過することで、可視光領域の全て波長が円偏光となる。ねじれ位相差板 1 2 と液晶素子 2 0 は完全に補償されているので、偏光状態は変化しない。異方性散乱層 1

0 は位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させない材料を用いたので、円偏光のままで反射層 7 に到達する。

反射層 7 で反射した円偏光は回転方向が逆回りとなり、液晶素子 20 とねじれ位相差板 12 を透過しても変化しない。しかし、第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 を透過することで、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、上偏光板 11 で吸収され、完全な黒表示が得られる。

なお、異方性散乱層 10 は位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、第 2 の基板 2 から上偏光板 11 の間、あるいは上偏光板 11 の表面のどこに配置してもかまわない。しかし、表示ボケを減らすために、なるべく第 2 の基板 2 の近くが好ましい。また、第 2 の基板 2 の厚さも、なるべく薄い方が表示ボケが少なくなり好ましい。そのため、本実施例では厚さ 0.5 mm とした。また、第 2 の基板を 0.4 mm と薄くして、第 1 の基板を 0.5 mm とし、第 2 の基板を第 1 の基板より薄くすることも可能である。

つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 が立ち上がり、液晶素子 20 の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、上偏光板 11 から入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 を通過することで円偏光となるが、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 20 を透過することで、楕円偏光や直線偏光に戻る。

この電圧印加により液晶素子 20 で発生する複屈折性をほぼ $1/4$ 波長相当とすると、上偏光板 11 より入射した直線偏光は、回転せずそのまま戻るなので、明るく良好な白表示を得ることができた。このように、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 を用いることで、良好なコントラストが得られた。

図 1 1 に、本発明の実施例 1 に用いた異方性散乱層 1 0 の散乱特性を示す。傾斜角 0° とした斜線部は、異方性散乱層の層法線方向から異方性散乱層 1 0 に入射した光の透過光状態を示し、上下左右の斜線部は、入射光を各方位において、層法線方向から 40° 傾けた時の透過光状態を示す。大きさは散乱面積を示し、斜線の濃さは光強度を表している。つまり図 4 A の前方散乱光 a_x 、 b_x 、 c_x 、 d_x 、 e_x 、図 4 B の前方散乱光 a_y 、 b_y 、 c_y 、 d_y 、 e_y の分布状態を示している。例えば時計 1 2 時の位置の斜線部は図 4 A の θ_x が 0° 、図 4 B の θ_y が 40° のときの $a_x \sim e_x$ 、 $a_y \sim e_y$ の光量の分布を示している。

本実施例の異方性散乱層 1 0 は、図 1 1 の中央に示した斜線部のように、層法線方向からの入射光をラグビーボール型に散乱する特性をもっている。即ち、入射光を優先視野角方向である Y 軸方向に散乱し、X 軸方向へはあまり散乱しない特性を示す。よって、X 軸方向への散乱角より Y 軸方向への散乱角度が広がっている。上下左右の斜め方向からの入射光の透過状態も同様であり、Y 軸方向により多く散乱し、X 軸方向にはあまり散乱しない。これは、図 2、3 に示したように、本実施例に用いた異方性散乱層の特性（曲線 3 1）が X 軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率が、Y 軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率より高いためである。そのために、層法線方向への反射率が、従来の散乱層に比べて 2 倍以上の反射率となり、明るい表示が得られる。

このように、異方性散乱層へ入射した光が、X 軸方向への散乱角度より Y 軸方向への散乱角度が広がる箇所が生ずる異方性散乱層 1 0 を設けることで、周囲からの入射光を視認方向である層法線方向や時計の 6 時方向へ集光して散乱反射することができるので、明るく、コントラストの高い表示を得ることができる。

ここで、一般に使用されている通常の散乱層について、比較のため散乱特性の説明をする。図12は一般に使用されている通常の散乱層の散乱特性を示した図である。通常の散乱層における直行透過率は図2、図3の曲線30で示されている。通常の散乱層は図12の斜線部に示すように、入射光が層法線方向から、つまり傾斜角 θ_x 、 θ_y がともに 0° であるときも、斜め方向から、例えば傾斜角 θ_x 、 θ_y のどちらかが 40° であるときも、ほぼ円形に散乱する特性を持っている。よって、いずれの角度の傾斜角であってもX軸方向への散乱角度とY軸方向への散乱角度がほぼ等しいといえる。さらに傾斜角度が大きいと、より散乱するので、傾斜角度 0° のときよりも傾斜角度 40° の時の方が、斜線の面積は大きくなっている。これは、図2、3の曲線30で示したように、通常の散乱層は斜めに傾けたときに散乱性が高くなり、直行透過率が低くなっていることを示している。

本実施例では、液晶素子20として、 240° ツイストのSTNモードの液晶素子を用いた。しかし、ツイスト角が 90° 前後のTN液晶素子でも、同様な反射型液晶表示装置が得られる。TN液晶素子を用いて大画面表示を行う場合には、TFTやMIMのアクティブ素子を内在したアクティブマトリクス反射型液晶表示装置とすることが好ましい。

本実施例では、第1の位相差板13と第2の位相差板14として、PCを1軸延伸し、Z軸方向の屈折率 n_z が延伸方向の屈折率 n_x 及び直角方向の屈折率 n_y に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている位相差板を用いた。しかし、多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆるZタイプの位相差板や、ポリビニルアルコール(PVA)やポリプロピレン(PP)などの材料を延伸した位相差板でも、同様な効果が得られる。

本実施例では、第1の位相差板の遅相軸13aを -30° に、第2の位相差板の遅相軸14aを $+30^\circ$ に配置した。しかし、第1の位相差板の遅相軸13aを $+30^\circ$ に、第2の位相差板の遅相軸14aを -30° に配置しても、交差角が 60° であれば、同様な効果が得られる。

本実施例では、光学補償素子として、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第2の位相差板14の3枚を用いた。しかし、3枚以上の位相差板を用いることもできる。また、ねじれ位相差板又は位相差板を1枚だけ用いることができる。あるいは、ねじれ位相差板と位相差板の両者を用いることもできる。

本実施例と同一の液晶素子20を用い、液晶素子20の外側に、異方性散乱層10と、ツイスト角が 180° で $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.68 \mu m$ のねじれ位相差板12と、透過軸11aを水平軸Hに対して -55° に配置した上偏光板11を用いて液晶表示装置を構成したところ、明るく、高コントラストの反射表示が得られた。

また、本実施例と同一の液晶素子20を用い、液晶素子20の外側に、異方性散乱層10と、ツイスト角が 220° で $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.60 \mu m$ のねじれ位相差板12と、位相差値 $F_1 = 0.63 \mu m$ の第1の位相差板13と、透過軸11aを水平軸Hに対して 70° に配置した上偏光板11を用いて液晶表示装置を構成したところ、同じように明るく、高コントラストの反射表示が得られた。

(実施例2)

次に、本発明の液晶表示装置の実施例について記載する。実施例2の液晶表示装置の構成は図1に示す構成と同じである。図1に示すように、液晶表示装置は液晶素子20と、反射板より視認者側に設けた異方性散乱層10と、光学補償素子としての位相差板13と、上偏光板11を有する。上偏光板11と位相差板13と異方性散

乱層 10 はアクリル系粘着剤で一体化されており、液晶素子 20 と異方性散乱層 10 もアクリル系樹脂を用いて貼り付けられている。

なお、液晶表示装置の画素部の構成は図 8 に示されたものと同じである。

液晶素子 20 の構成は、実施例 1 で用いたものと同じであるので説明を省略する。

位相差板 13 は、ポリカーボネート (PC) を延伸した厚さ約 $70\ \mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\ \mu\text{m}$ で位相差値 $F1 = 0.39$ である。位相差板 13 の屈折率は、遅相軸方向を n_x 、直交する方向を n_y 、厚さ方向を n_z と定義した場合、 $n_x > n_z > n_y$ の関係となっている、いわゆる Z タイプの位相差板を用いた。この位相差板 13 に Z タイプの位相差板を用いることにより、視野角特性を改善できる。もちろん、 $n_x > n_y = n_z$ の関係を有する通常の位相差板も使用できる。

本実施例において異方性散乱層 10 は、図 2、図 3 の曲線 32 に示す特性を有している。

実施例 2 に用いた異方性散乱層は、図 2 の曲線 32 に示されているように、X 軸方向の入射角依存特性は層法線方向に対して非対称である。そして、正の角度では直行透過率が低下して散乱率が上昇し、負の角度では直行透過率が 27% まで上昇して散乱度を表すヘイズ値 70 まで低下する。一方、図 3 の曲線 32 に示されているように、Y 軸方向の入射角依存特性は層法線方向に対して対称である。そして、層法線方向では直行透過率は 12% と低く、散乱度を表すヘイズ値は約 87 と高い。しかし、正と負の角度とも入射角が大きくなると直行透過率は約 20% まで上昇し、ヘイズ値は約 78 となる。

本実施例では、異方性散乱層 10 として、特殊なフォトリソ

であるマイクロシャープ社製の商品名MF-Iフィルムを用いた。この異方性散乱層10の厚さは約 $50\mu\text{m}$ であり、X軸方向とY軸方向の散乱特性が異っており、X軸方向の散乱角が 16° で、Y軸方向の散乱角が 32° のフィルムを用いた。

つぎに、各構成部材の配置関係を説明する。液晶素子20の構成要素の配置関係は図9に示した構成と同一であるので省略する。図13は本実施例の液晶表示装置の構成の配置関係を示す図である。

使用するネマチック液晶6の複屈折差 Δn は0.131で、第1の基板1と第2の基板2のすきまであるセルギャップ d は $5.8\mu\text{m}$ とした。したがってネマチック液晶6の複屈折差 Δn とセルギャップ d との積となる液晶素子20の複屈折量 $\Delta n d$ 値は $0.76\mu\text{m}$ であった。このように配向処理を行うと、優先視野角方向15は、6時方向となる。

図13に示すように、上偏光板11の吸収軸11aは、水平軸Hを基準にして、 $+30^\circ$ に配置する。位相差板13の遅相軸13aは水平軸Hを基準にして $+65^\circ$ に配置しており、上偏光板11の吸収軸11aと位相差板13の遅相軸13aとの交差角は 35° になっている。そして、異方性散乱層のX軸10xを、優先視野角方向15と直交する位置とし、水平軸Hと平行に配置する。異方性散乱層のX軸10xの矢印は、図2において、入射角が大きくなると直行透過率が低下する正の方向を示す。

つぎに、本実施例の液晶表示装置の動作について図面を用いて説明する。位相差板13と上偏光板11の交差角、位相差板13の位相差値 $F1$ 、液晶素子20の $\Delta n d$ 値を綿密に最適化することで、オフ状態でほぼ完全な黒表示を得ることができる。図1において、上偏光板11から入った直線偏光は、位相差板13と液晶素子20のネマチック液晶6を透過することで、可視光領域の全て波長が円

偏光となる。異方性散乱層 10 や第 1 の電極 3 や保護膜 8 は複屈折性をほとんど持たないので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで反射層 7 に到達する。

反射層 7 で反射した円偏光は、再度、ネマチック液晶 6 と位相差板 13 を透過することで、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、上偏光板 11 で吸収され、良好な黒表示が得られる。

つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の分子が立ち上がり、液晶素子 20 の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、上偏光板 11 から入射した直線偏光は、位相差板 13 とネマチック液晶 6 を透過しても完全な円偏光とはならず、楕円偏光や直線偏光となる。

この電圧印加によりネマチック液晶 6 で発生する発生する複屈折量を $1/4$ 波長相当に設定すると、位相差板 13 と減算して、位相差値は 0 となるので、上偏光板 11 より入射した直線偏光は回転せずそのまま戻るなので、白表示を得ることができる。

本実施例では、異方性散乱層 10 を、液晶素子 20 と位相差板 13 の間に設けたので、入射した光は異方性散乱層 10 により散乱して出射方向が変わり、視認方向へも到達するので、明るい表示を得ることができた。

図 14 は本実施例に用いた異方性散乱層 10 の散乱特性を示す。傾斜角 0° と表示した斜線部は、異方性散乱層 10 の層法線方向から異方性散乱層に入射し透過した光の散乱状態を示す。左右の斜線部は、層法線に対して傾斜角 θ_x が $+40^\circ$ 及び -40° 、傾斜角 θ_y を 0° とし、X 軸方向に傾けたときの透過光の散乱状態を示し、上下の斜線部は、層法線に対して傾斜角 θ_y が $+40^\circ$ 及び -40° 、傾斜角 θ_x を 0° として Y 軸方向に傾けたときの透過光の散乱状態を示している。

本実施例に用いた異方性散乱層 10 の場合、図 14 の中央および -40° X 軸方向に傾けたときさらに $\pm 40^\circ$ Y 軸方向に傾けたときの散乱状態に示されているように、層法線方向から入射した光を三日月形に散乱する特性を持っている。即ち、入射光を Y 軸方向に大きく散乱するが、X 軸方向にはあまり散乱しない特性を有している。X 軸方向への散乱角度より、Y 軸方向への散乱角度が広がっている。そのため、層法線方向への反射率が従来の散乱層に比べて 2 倍以上の反射率である $30\% - 40\%$ となり明るい表示を得ることができる。

一方、図 14 の上部の時計 12 時の位置にある斜線部で示しているように、入射光を Y 軸方向に 40° 傾けると少し回転し、7 時方向と 1 時方向を中心に散乱するが、Y 軸方向にも強く散乱する。同様に、下部に斜線で示すように、入射光を Y 軸方向に -40° 傾けると少し回転し、法線方向や Y 軸方向に散乱するため、周囲光を視認方向へ強く反射することができ明るい表示が可能となる。

また、本実施例に用いた異方性散乱層 10 は、図 2 の曲線 32 に示されているように X 軸方向の入射角依存特性は層法線に対して非対称であり、X 軸方向に $+40^\circ$ 傾けて入射した光の散乱度は高い。そのため、この角度から入射した光の散乱状態は図 14 の右側に示したような円形となる。この場合、散乱状態は円形となるため全方位に広く散乱し多少明るさを損なうが、全体として明るい表示を得ることができる。また、この異方性散乱度を 180° 回転し、散乱度の高い部分を反対側に配置しても同様に明るい表示を得ることができる。また図 2、3 に示すように、X 軸方向に斜めに傾けた時の最大直行透過率の値は約 27% 、Y 軸方向に斜めに傾けた時の最大直行透過率の値は約 20% となり、X 軸方向に斜めに傾けた時の値の方が大きくなっている。

本実施例では、液晶素子 20 として、 240° ツイストの STN モードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が 90° 前後の TN 液晶素子でも、同様な反射型液晶表示装置が得られる。TN 液晶素子を用いて、大画面表示を行う場合には、TFT や MIM のアクティブ素子を内在したアクティブマトリクス反射型液晶表示装置とすることが好ましい。

また、本実施例では、反射層 7 を第 1 の電極 3 とは別に形成したが、第 1 の電極をアルミニウムや銀等の金属薄膜で形成することで、構造を単純化することもできる。また、表示に影は発生するが、反射層 7 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても同様の効果が得られる。

また、反射層 7 として、アルミニウム薄膜上に SiO_2 薄膜を設けたが、アルミニウム薄膜上に、屈折率の異なる無機薄膜を 2 ~ 4 層設けた多層膜を設けると、反射率が向上し、さらに好ましい。また、アルミニウムの代わりに、アルミニウム合金や銀合金の薄膜を用いることも可能である。

また、光学補償素子として、位相差板を 1 枚用いたが、複数枚の位相差板を用いても、同様な液晶表示装置を提供できる。例えば、ねじれ位相差板と位相差板の両方を用いることもできる。本実施例と同一の構成で、光学補償素子として位相差値 $0.2 \mu\text{m}$ の位相差板と位相差値 $0.4 \mu\text{m}$ の位相差板の 2 枚を用い、上偏光板の透過軸 11a を水平軸 H に対して -50° に配置したところ、明るく、高コントラストの反射表示が得られた。

(実施例 3)

本発明の実施例 3 について説明する。本実施例の液晶表示装置の構成は、図 1 に示したものと同一であり、画素部の構成は図 8 に示したものと同一である。また、各部材の配置関係も図 9, 13 に示

したものと同じである。

しかし、本実施例の液晶表示装置は、図 1 の異方性散乱層 10 として図 5 と図 6 において曲線 34 に示す入射角依存特性を有した異方性散乱層を用いている。

本実施例に用いた異方性散乱層は、図 5、6 の曲線 34 に示されているように、X 軸方向及び Y 軸方向の入射角依存特性は同じであり、かつ層法線方向に対して X 軸方向においても Y 軸方向においても対称である。曲線 34 で示された特性を有する本実施例で用いた異方性散乱層 10 は、全光線透過率は約 90% で、層法線方向の直行透過率は約 10% と低く、ヘイズ値は約 90 となり散乱性能は高い。一方、法線方向から 50° 傾けた方向からの入射光に対する直行透過率の最大値は X 軸方向においても、Y 軸方向においても、45% と高く、ヘイズ値は 50 となり散乱性能は低くなる。この異方性散乱層 10 として、層法線方向では直行透過率が低く、散乱度を表すヘイズ値は約 90 と高いが、層法線方向からの傾斜角が大きくなると直行透過率が上昇し、ヘイズ値が約 50 となるマイクロシャープ社製の商品名 D P I フィルムを用いた。この異方性散乱層 10 の厚さは約 50 μ m であり、X 軸方向と Y 軸方向の散乱特性が対称であるので、配置方向に規定はない。

本実施例の変形例として、異方性散乱層 10 として、図 5、6 において点線で描かれた曲線 35 に示す特性を有した散乱性能が高い材料を用いることもできる。この曲線 35 の場合、X 軸方向及び Y 軸方向の直行透過率の最大値はいずれも約 20% となりほぼ等しく、かつ層法線方向に対して X 軸方向においても Y 軸方向においても対称である。そして、全光線透過率は約 85% で、層法線方向のヘイズ値は約 95 で散乱性能は高くなる。一方、法線方向から 50° 傾けた方向からの入射光に対するヘイズ値は 75 となり散乱性能は

低くなる。この異方性散乱層はマイクロシャープ社製の商品名 D P I フィルムを用いた。この異方性散乱層の厚さは約 $50\ \mu\text{m}$ であり、水平方向と垂直方向の散乱特性が対称であるので、配向方向に規定はない。

ここで、図 5、6 において曲線 3 4、3 5 の異方性散乱層について散乱特性の説明をする。図 1 5 は本実施例で使用した図 5、6 において曲線 3 4、3 5 の異方性散乱層の散乱特性を示した図である。異方性散乱層は図 1 5 の斜線部に示すように、入射光が層法線方向から、つまり傾斜角 θ_x 、 θ_y がともに 0° であるときは円形の散乱形状となるが、斜め方向から、例えば傾斜角 θ_x 、 θ_y のどちらかが 40° であるときは、ラグビーボール型に散乱する特性を持っている。特に X 軸方向において、斜め方向から、例えば傾斜角 θ_y が 0° で傾斜角 θ_x が $\pm 40^\circ$ の箇所では、X 軸方向の散乱角度より、Y 軸方向への散乱角度が広がっている。曲線 3 5 の異方性散乱層の方が曲線 3 4 の異方性散乱層よりも、散乱性が高いため、実際の散乱特性を示す図には違いがみられ、斜線部の形状は同じであるが、曲線 3 5 の異方性散乱層を用いて散乱特性を図示すると、斜線部の形状が曲線 3 4 のものよりも大きくなる。

この図 1 5 に示すように、いずれかの傾斜角度において、X 軸方向の散乱角度より、Y 軸方向への散乱角度が広がっている箇所を有する異方性散乱層を用いることによって、周囲からの入射光を視認方向である層法線方向や時計の 6 時方向へ集光して散乱反射することができるので、明るく、コントラストの高い表示を得ることができる。

画素部の構成は図 8 に示したものと同一である。また、各構成部材の配置関係は、図 9、1 3 に示したものと同一である。

上記のように、本実施例及びその変形例で用いた異方性散乱層の

直行透過率の角依存特性は、いずれも法線方向に対して対称であり、かつ層法線方向からの直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低い。

一般的な環境において、周囲光の大部分は入射角 $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ で液晶表示装置に入射すると報告されている。従って、上記特性を有した異方性散乱層 10 を備えることで、入射角が $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の光を層法線方向である視認方向へ強く反射させることが可能となり、明るい表示が得られる。さらに、後方散乱が少ないのでコントラストも向上する。

異方性散乱層としては、散乱性能の高い図 5、図 6 の 35 に示した異方性散乱層 10 を用いるとより効果的である。また、ツイスト角が 90° 前後の TN モードでも明るい表示が得られるが、特にツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ の STN モードにおいて視野角特性の改善効果が大きい。

例えば、異方性散乱層として上記の散乱性能が高い異方性散乱層を設けることにより、一般的な環境下で入射角が $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の入射光を視認方向へ強く反射することが可能となり、視野角特性が良好で高いコントラストが得られる。

また、本実施例において用いた図 1 に示す液晶表示装置は、光学補償素子として位相差板を 1 枚用いた。その場合、ねじれ位相差板を用いても同様の液晶表示装置を得ることができる。さらに、複数の位相差板、例えば、ねじれ位相差板と位相差板の両者を用いることができる。

本実施例と同じ構成で、光学補償素子として位相差値 $0.2 \mu\text{m}$ の位相差板と位相差値 $0.4 \mu\text{m}$ の位相差板の 2 枚を使い、上偏光板の透過軸 11a を水平軸に対して -50° に配置したところ、明るく高いコントラストの反射表示が得られた。

(実施例 4)

実施例 3 の液晶表示装置を用いた場合、特殊な環境下において、ほとんどの入射光の入射角が 50° 以上に大きくなると、直行透過率が高く散乱性能が低いので、ほとんど正反射方向に反射してしまい、層法線方向への散乱光は少なくなり、暗い表示となってしまう。

そこで、このような問題を解決した液晶表示装置を図 16 に示す。図 16 に示された液晶表示装置の構成は、図 1 に示された液晶表示装置に従来の散乱層 9 を設けたものである。この散乱層 9 は、例えば、透明な粘着樹脂に微細な粒子を混合したものである。

図 2、3、および図 5、図 6 の曲線 30 で示した特性を有する通常の散乱層の場合、X 軸方向と Y 軸方向の直行透過率の入射角依存特性はほぼ同じである。そして、散乱層の層法線方向に対して対称であり、散乱層の層法線方向からの直行透過率は斜め方向からの直行透過率より高い。この通常の散乱層の散乱特性は図 12 に示したとおりである。

このように、入射角が変化しても直行透過率はあまり変化せず、散乱性能はほぼ一定である。このように傾斜角の影響をあまり受けず、傾斜角が大きくなると、光路長が長くなるため透過率は多少減少し、散乱度は大きくなる。したがって、この散乱層を用いることで入射角の影響を受けず表示することが可能である。

そこで、本実施例では図 16 に示す液晶表示装置の様に、異方性散乱層に加えて通常の散乱層を設ける。

このような構成にすると、入射角が 20° までの入射光は異方性散乱層 10 で散乱され、入射角が 20° から 50° までの光は、異方性散乱層 10 と散乱層 9 の両方により散乱され、入射角が 50° 以上の入射光については、散乱層 9 で散乱される。従って、全ての

入射角の入射光が散乱されることが可能となり、視野角特性が良好で、高コントラストな単偏光板方式の液晶表示装置を得ることができる。

本実施例の液晶表示装置において、異方性散乱層として、図 2、図 3 の 3 1、3 2、図 5、図 6 の 3 4、3 5 で示されている材料を用いてもよい。また、液晶素子として 240° ツイストの STN モードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が 90° 前後の TN 液晶でも同様な効果を奏する。TN 液晶表示素子を用いて大画面表示を行う場合には、TFT や MIM のアクティブ素子を内在したアクティブマトリクス反射型液晶表示装置とすることが好ましい。

なお、光学補償素子として実施例 3 と同様、1 つの位相差板又は複数の位相差板を用いても同様の効果を得ることができる。

(実施例 5)

つぎに、実施例 5 の液晶表示装置の構成を、図 1 7、図 1 8、図 1 9、図 2 0 を用いて説明する。図 1 7 は本実施例の液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図、図 1 8 は画素部を拡大した平面図、図 1 9、図 2 0 は構成要素の配置関係示す平面図である。

本発明の液晶表示装置は、図 1 7 に示すように、液晶素子 2 1 の上側に散乱層 9、異方性散乱層 1 0、ねじれ位相差板 1 2、第 1 の位相差板 1 3、第 2 の位相差板 1 4、上偏光板 1 1 が設けられている。液晶素子 2 1 の下側には第 3 の位相差板 1 8、第 4 の位相差板 1 9、下偏光板 1 7、バックライト 1 6 が設けられている。本実施例では、第 1 の光学補償素子として、ねじれ位相差板 1 2、第 1 の位相差板 1 3、及び第 2 の位相差板 1 4 の 3 枚を用い、第 2 の光学補償素子として、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 を用いている。

上偏光板 1 1、第 2 の位相差板 1 4、第 1 の位相差板 1 3、ねじ

れ位相差板 12、及び異方性散乱層 10 は、アクリル系粘着剤で一体化されている。液晶素子 21 は散乱層 9 に用いられた粘着散乱層を用いて貼り付けられている。また、下偏光板 17、第 4 の位相差板 19、第 3 の位相差板 18 は、アクリル系粘着剤で一体化されており、液晶素子 21 にアクリル系粘着剤で貼り付けられている。

液晶素子 21 は、アルミニウムからなる厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の半透過反射層 23、アクリル系材料からなる厚さ $2 \mu\text{m}$ の保護膜 8、及び透明電極材料である ITO からなる厚さ $0.3 \mu\text{m}$ の第 1 の電極 3 がその上に形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第 1 の基板 1 と、ITO からなる厚さ $0.05 \mu\text{m}$ の第 2 の電極 4 が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第 2 の基板 2 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 を張り合わせるシール材 5 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 に挟持されている左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6 とから形成している。

図 18 に示したように、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の交差した部分が画素となり、画素周辺に長方形の半透過反射層 23 を設けた。半透過反射層 23 には、画素毎に開口部 24 がフォトリソグラフィ工程で設けてある。半透過反射層 23 は開口部以外は完全な反射層となっており、開口部の面積で透過率と反射率を調整することが可能である。本実施例では、開口部の面積を画素面積の 30% に設定したので、30% 程度の光を透過し、残りの 70% の光を反射するようになっている。

上偏光板 11 と、散乱層 9、および異方性散乱層 10 は、図 16 に示す実施例 4 で用いた材料と同一である。

ねじれ位相差板 12 は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを、トリアセチルセルロース (TAC) フィルムやポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムに配向処理してから塗布し、15

0°C程度の高温で液晶状態にしてツイスト角を調整後、室温まで急冷してそのねじれ状態を固定化したフィルムである。

あるいは、別に用意した配向処理を施したフィルムに、ねじれ状態を固定後、TACフィルムに液晶性高分子ポリマーを転写して形成したフィルムであり、本実施例では、ツイスト角 $T_c = -240^\circ$ で、複屈折性を示す $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.80 \mu m$ の右回りのねじれ位相差板12を用いる。

第1の位相差板13は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約 $70 \mu m$ の透明フィルムで、波長 $0.55 \mu m$ の位相差値 $F_1 = 0.14 \mu m$ で、 $1/4$ 波長相当である。第2の位相差板14もPCを延伸した厚さ約 $70 \mu m$ の透明フィルムで、波長 $0.55 \mu m$ の位相差値 $F_2 = 0.28 \mu m$ で、 $1/2$ 波長相当に設定する。

第3の位相差板18は、PCを延伸した厚さ約 $70 \mu m$ の透明フィルムで、波長 $0.55 \mu m$ の位相差値 $F_3 = 0.14 \mu m$ で、 $1/4$ 波長相当である。第4の位相差板19もPCを延伸した厚さ約 $70 \mu m$ の透明フィルムで、波長 $0.55 \mu m$ の位相差値 $F_2 = 0.28 \mu m$ で、 $1/2$ 波長相当に設定する。

つぎに、各構成部材の配置関係を図19、図20を用いて説明する。第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜(図示せず)が形成され、図19に示すように、第1の基板1は、水平軸Hに対して、右上がり 30° 方向にラビング処理することで、下液晶分子配向方向 $6a$ は $+30^\circ$ となる。第2の基板2は右下がり 30° 方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向 $6b$ は -30° となる。粘度 20 cP のネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチ P を $11 \mu m$ に調整し、左回りでツイスト角 $T_s = 240^\circ$ ツイストのSTNモードの液晶素子21を形成する。

使用するネマチック液晶 6 の複屈折の差 Δn は 0.15 で、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 のすきまであるセルギャップ d は $5.6 \mu\text{m}$ とする。したがって、ネマチック液晶 6 の複屈折の差 Δn とセルギャップ d との積で表す液晶素子 21 の複屈折性を示す $\Delta n d$ 値 $R_s = 0.84 \mu\text{m}$ である。

図 20 に示すように、上偏光板の透過軸 11a は、水平軸 H を基準にして、 $+45^\circ$ に配置する。ねじれ位相差板 12 の下分子配向方向 12a は、図 20 に示すように、水平軸 H を基準にして $+60^\circ$ に配置し、上分子配向方向 12b は、 -60° に配置する。右回りでツイスト角 $T_c = 240^\circ$ になり、ツイスト角の絶対値の差 $\Delta T = T_s - T_c = 0^\circ$ であり、複屈折性の差 $\Delta R = R_s - R_c = 0.04 \mu\text{m}$ とほぼ等しくなっている。

第 1 の位相差板の遅相軸 13a は水平軸 H を基準に -30° に配置され、第 2 の位相差板の遅相軸 14a は水平軸 H を基準に $+30^\circ$ に配置されている。液晶素子 21 の下側に配置した第 3 の位相差板の遅相軸 18a は、水平軸 H に対して $+60^\circ$ に配置し、第 4 の位相差板の遅相軸 19a は、水平軸 H に対して -60° に配置し、下偏光板の透過軸 17a は水平軸 H に対して -45° に配置し、上偏光板の透過軸 11a と直交する。

バックライト 16 は、導光板に蛍光灯や LED を取り付けたものや、エレクトロルミネッセンス (EL) 板などを用いることが可能であるが、本実施例では厚さが約 1mm で、発光色が白色の EL 板を用いた。

つぎに、本実施例の液晶表示装置の動作について図面を用いて説明する。まず反射表示について説明する。実施例 4 では、光学補償素子として、位相差板を 1 枚用いたが、本実施例では、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 の 3 枚を用い

ている。

ねじれ位相差板 1 2 のツイスト角 T_c と $\Delta n d$ 値 R_c を、液晶素子 2 1 のツイスト角 T_s と $\Delta n d$ 値 R_s とほぼ等しくしてある。さらに、ねじれ位相差板 1 2 を図 20 に示したように、液晶分子に対して直交した方向に配置するごとで、液晶素子 2 1 で発生する複屈折性はねじれ位相差板 1 2 により完全に補償され、複屈折性は発生しない。

実際には、液晶素子 2 1 のネマチック液晶 6 の傾きであるチルト角が、ねじれ位相差板 1 2 のチルト角より大きいので、ねじれ位相差板の $\Delta n d$ 値 R_c を液晶素子 2 1 の $\Delta n d$ 値 R_s より少し小さくした方が完全に補償され好ましい。またネマチック液晶 6 の屈折率の波長依存性を、ねじれ位相差板 1 2 の液晶ポリマー分子の屈折率の波長依存性に合わせると、さらに好ましい。

ねじれ位相差板 1 2 のツイスト角 T_c は、液晶素子 2 1 のツイスト角 T_s と異なっているとしても、ある程度は補償可能である。実験では、ねじれ位相差板 1 2 のツイスト角 T_c は、液晶素子 2 1 のツイスト角 $T_s \pm 20^\circ$ の範囲で補償できたが、本実施例で用いた $T_c = T_s$ の時に、最も補償がうまくできた。また、ねじれ位相差板 1 2 の配置角は、液晶分子に対して $90^\circ \pm 20^\circ$ の範囲であれば液晶素子の複屈折性を補償可能であった。

位相差値 F_1 が $1/4$ 波長相当の $0.14 \mu m$ である第 1 の位相差板 1 3 と、位相差値 F_2 が $1/2$ 波長相当の $0.28 \mu m$ である第 2 の位相差板 1 4 を、交差角が 60° となるように重ねることで、波長 $0.55 \mu m$ での 2 枚合計の位相差値は $0.14 \mu m$ となるが、波長 $0.4 \mu m$ 付近の短波長では $0.14 \mu m$ より小さく、波長 $0.7 \mu m$ 付近の長波長では $0.14 \mu m$ より大きくなる。また 2 枚合計の実質的な遅相軸は水平軸方向となる。

つまり、2枚の位相差板を用いることで、短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することが可能となる。つまり、位相差値 F を波長 λ で除した F/λ 値は、全ての可視光領域にわたり、ほぼ $1/4$ にすることが可能となる。したがって、上から順に、偏光板、広帯域 $1/4$ 波長板、反射板の構成で、偏光板から入射した直線偏光は、 $1/4$ 波長板で円偏光となり、反射板で反射し、再度、 $1/4$ 波長板を透過して、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、偏光板で吸収されて、完全な黒表示となる。

図17において、上偏光板11から入った直線偏光は、第2の位相差板14と第1の位相差板13とを透過することで、可視光領域の全て波長が、円偏光となる。ねじれ位相差板12と液晶素子21は完全に補償されているので、偏光状態は変化しない。異方性散乱層10と散乱層9は、位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させない材料を用いたので、円偏光のままで半透過反射層23に到達する。

半透過反射層23で反射した円偏光は、液晶素子21とねじれ位相差板12を透過しても変化しないが、第1の位相差板13と第2の位相差板14を透過することで、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、上偏光板11で吸収され、完全な黒表示が得られる。

なお、異方性散乱層10と散乱層9は、位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、第2の基板2から上偏光板11の間、あるいは上偏光板11の表面の、どこに配置してもかまわないが、表示ボケを減らすために、なるべく第2の基板2の近くが好ましい。また、第2の基板2の厚さも、なるべく薄い方が、表示ボケが少なくなり好ましく、本実施例では厚さ 0.5 mm とした。また、第2の基板を 0.4 mm と薄くし、第1の基板

を 0.5 mm と、第 2 の基板を第 1 の基板より薄くすることも可能である。

つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 が立ち上がり、液晶素子 21 の実質的な Δn_d 値が減少する。そのため、上偏光板 11 から入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 を通過することで、円偏光となるが、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 21 を透過することで、楕円偏光や直線偏光に戻る。

この電圧印加により液晶素子 21 で発生する複屈折性をほぼ $1/4$ 波長相当とすると、上偏光板 11 より入射した直線偏光は、回転せずそのまま戻るなので、明るく、良好な白表示を得ることができる。

このように、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 を用いることで、実施例 4 の液晶表示装置より良好なコントラストが得られる。そして、異方性散乱層 10 と散乱層 10 を設けたことで、全ての入射角の入射光を、視認方向 45° へ強く散乱反射することが可能となり、明るく、高コントラストの反射表示が得られる。

つぎに、バックライト 16 を点灯した透過表示について説明する。第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 も、2 枚で広帯域 $1/4$ 波長板を構成しており、実質的な遅相軸は水平軸 H に対して 90° の位置である垂直方向となっている。

バックライト 16 から出た光は、下偏光板 17 により直線偏光となる。この直線偏光は第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 の 2 枚合成する実質的な遅相軸に対して 45° の角度に入射するので、円偏光となる。半透過反射層 23 で、約 7 割は反射されるが、残りの 3 割の光が透過する。

液晶素子 2 1 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 1 2 と液晶素子 2 1 は完全に補償されているので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで第 1 の位相差板 1 3 と第 2 の位相差板 1 4 に到達する。図 1 9、図 2 0 に示したように配置すると、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 で発生した位相差と第 1 の位相差板 1 3 と第 2 の位相差板 1 4 で発生する位相差が減算されて 0 となり、下偏光板 1 7 から入った入射方向と同一方向の直線偏光となる。上偏光板の透過軸 1 1 a と下偏光板の透過軸 1 7 a が直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。

つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 が立ち上がり、液晶素子 2 1 の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、下偏光板 1 7 から入射した直線偏光は、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 を通過することで円偏光となるが、ねじれ位相差板 1 2 と液晶素子 2 1 を透過することで、楕円偏光や直線偏光に戻る。

この電圧印加により液晶素子 2 1 で発生する複屈折性を $1/4$ 波長相当とすると、下偏光板 1 7 より入射した直線偏光は、さらに第 1 の位相差板 1 3 と第 2 の位相差板 1 4 を透過することで 90° 回転するため、上偏光板 1 1 を透過し、良好な白表示を得ることができる。

このように、上偏光板 1 1 と第 2 の位相差板 1 4 と第 1 の位相差板 1 3 とねじれ位相差板 1 2 と異方性散乱層 1 0 と散乱層 9 と、半透過反射層 2 3 を内在した液晶素子 2 1 により、外光を用いる反射表示においては視野角特性が良好で高コントラストの表示が得られ、液晶素子 2 1 の下側に第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 と下偏光板 1 7 とバックライト 1 6 を備えることで、外光が少ない環境ではバックライト 1 6 を点灯することで、良好なコントラスト

の表示が得られる単偏光板方式の半透過反射型液晶表示装置を提供できる。

また、画素毎に開口部 2 5 を設けた半透過反射層 2 3 を用いたことで、開口部 2 4 を大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部 2 4 を小さくすることで、反射表示重視の液晶表示装置にと、対応が可能である。

また、第 1 の位相差板 1 3 と第 2 の位相差板 1 4 として、P C を 1 軸延伸し、Z 軸方向の屈折率 n_z が、延伸方向の屈折率 n_x と直角方向の屈折率 n_y に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている位相差板を用いたが、多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆる Z タイプの位相差板や、ポリビニルアルコール (P V A) やポリプロピレン (P P) などの材料を延伸した位相差板でも、同様な効果が得られる。

また、第 1 の位相差板の遅相軸 1 3 a を -30° に、第 2 の位相差板の遅相軸 1 4 a を $+30^\circ$ に配置したが、第 1 の位相差板の遅相軸 1 3 a を $+30^\circ$ に、第 2 の位相差板の遅相軸 1 4 a を -30° に配置しても、交差角が 60° であれば、同様な効果が得られる。

また、第 3 の位相差板の遅相軸 1 8 a を $+60^\circ$ に、第 4 の位相差板の遅相軸 1 9 a を -60° に配置したが、第 3 の位相差板の遅相軸 1 8 a を -60° に、第 4 の位相差板の遅相軸 1 9 a を $+60^\circ$ に配置しても、交差角が 60° であれば、同様な効果が得られる。

また、液晶素子 2 1 の下側に、第 2 の光学補償素子として、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 の 2 枚の位相差板を備えたが、位相差値が $1/4$ 波長の第 3 の位相差板 1 8 だけでも、透過表示のコントラストは多少低下するが、同様な効果が得られる。また、

ねじれ位相差板等の光学補償素子を用いることも可能である。

また、光学補償素子として、ねじれ位相差板 1 2 と第 1 の位相差板 1 3 と第 2 の位相差板 1 4 の 3 枚を用いたが、ねじれ位相差板 1 2 を 1 枚だけを用いることや、ねじれ位相差板 1 2 と位相差板 1 枚だけを用いることも可能である。

本実施例 5 と同一の液晶素子 2 1 を用い、液晶素子 2 1 の外側に、散乱層 9 と、異方性散乱層 1 0 と、ツイスト角が 180° で $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.68 \mu m$ のねじれ位相差板 1 2 と、透過軸 1 1 a を水平軸 H に対して -55° に配置した上偏光板 1 1 を用いて液晶表示装置を構成したところ、明るく、高コントラストの反射表示が得られた。

また、本実施例と同一の液晶素子 2 1 を用い、液晶素子 2 1 の外側に、散乱層 9 と、異方性散乱層 1 0 と、ツイスト角が 220° で $\Delta n d$ 値 $R_c = 0.60 \mu m$ のねじれ位相差板 1 2 と、位相差値 $F_1 = 0.63 \mu m$ の第 1 の位相差板 1 3 と、透過軸 1 1 a を水平軸 H に対して 70° に配置した上偏光板 1 1 を用いて液晶表示装置を構成したところ、同様に、明るく、高コントラストの反射表示が得られた。

本実施例のバックライトを有する液晶装置は、実施例 1 ～ 5 の液晶表示装置にも適用できる。

(実施例 6)

図 2 1 は、実施例 6 の液晶表示装置の構成を示す図である。図 2 1 に示す液晶表示装置は、図 1 7 に示す実施例 5 の液晶表示装置から散乱層 9 を除いたものであり、その他の構成は同じである。上記のように散乱層を除き、異方性散乱層 1 0 だけでも視野角が良好で高コントラストの液晶表示装置を得ることができる。

この場合、異方性散乱層 1 0 として、図 5 及び図 6 の曲線 3 4 に

示された特性を有する材料を用いる。

また、異方性散乱層として、図 5 及び図 6 の曲線 3 5 に示された特性を有する散乱性能の高い異方性散乱層を用いても良い。

さらに、図 2 及び図 3 の曲線 3 1 又は曲線 3 2 に示された特性を有する材料を用いても良い。

(実施例 7)

つぎに、実施例 7 の液晶表示装置の構成を、図 2 2、図 2 3 を用いて説明する。図 2 2 は実施例 7 の液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図、図 2 3 は画素部を拡大した平面図である。構成要素の配置関係は、図 1 9、図 2 0 に示したものと同一時である。

本発明の液晶表示装置は、図 2 1 に示すように、液晶素子 2 2、液晶素子 2 2 の上側に設けた散乱層 9、異方性散乱層 1 0、ねじれ位相差板 1 2、第 1 の位相差板 1 3、第 2 の位相差板 1 4、上偏光板 1 1、液晶素子 2 2 の下側に設けた第 3 の位相差板 1 8、第 4 の位相差板 1 9、下偏光板 1 7、及びバックライト 1 6 により構成される。本実施例でも、光学補償素子として、ねじれ位相差板 1 2、第 1 の位相差板 1 3、及び第 2 の位相差板 1 4 の 3 枚を用いる。また、第 2 の光学補償素子として、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 を用いる。

なお、異方性散乱層 1 0 としては、図 5 又は図 6 の曲線 3 4 又は曲線 3 5 に示した特性を有する材料を用いる。また、異方性散乱層として、図 2 又は図 3 の曲線 3 1 又は曲線 3 2 に示した特性を有する材料を用いることもできる。

上偏光板 1 1、第 2 の位相差板 1 4、第 1 の位相差板 1 3、ねじれ位相差板 1 2、及び異方性散乱層 1 0 は、アクリル系粘着剤で一体化されている。液晶素子 2 1 は、散乱層 9 として用いられた粘着散乱層を用いて貼り付けられている。また、下偏光板 1 7、第 4 の

位相差板 19、及び第3の位相差板 18は、アクリル系粘着剤で一体化されており、液晶素子 22もアクリル系粘着剤で貼り付けられている。

液晶素子 22は、アルミニウムからなる厚さ $0.02\ \mu\text{m}$ の半透過反射層 25、赤フィルタ R、緑フィルタ G、青フィルタ B の3色からなる厚さ $1\ \mu\text{m}$ のカラーフィルタ 26、及びアクリル系材料からなる厚さ $2\ \mu\text{m}$ の保護膜 8と透明電極材料であるITOからなる厚さ $0.3\ \mu\text{m}$ の第1の電極 3が形成されている厚さ $0.5\ \text{mm}$ のガラス板から構成された第1の基板 1と、ITOからなる厚さ $0.05\ \mu\text{m}$ の第2の電極 4が形成されている厚さ $0.5\ \text{mm}$ のガラス板から構成された第2の基板 2、及び第1の基板 1と第2の基板 2を張り合わせるシール材 5、及び第1の基板 1と第2の基板 2に挟持されている左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6とから形成されている。

半透過反射層 25は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることで、一部の光は透過し、残りの光は反射する、いわゆるハーフミラーである。本実施例では、アルミニウムの膜厚を $0.02\ \mu\text{m}$ としたことで、20%程度の光を透過し、残りの80%の光を反射するようにし、図Tに示したように画素周辺に長方形の形状で形成した。

上偏光板 11、ねじれ位相差板 12、第1の位相差板 13、第2の位相差板 14、散乱層 9、及び異方性散乱層 10は、実施例5で用いたものと同じであり、下偏光板 17、第3の位相差板 18、及び第4の位相差板 19も実施例5で用いたものと同じである。

バックライト 16は、実施例5と同じ白色ELを用いることも可能ではあるが、本実施例では、彩度と明るさを向上するために、導光板に3波長型蛍光管を取り付けたサイドライト方式を用いた。

カラーフィルタ 26は、赤フィルタ Rと、緑フィルタ Gと、青フ

フィルタ B の 3 色で構成され、図 18 に示すように、本実施例では、第 2 の電極 4 と平行になる縦ストライプ形状とする。各カラーフィルタの幅は、第 2 の電極 4 の幅より広く形成し、隙間が生じないようにしてある。カラーフィルタ 26 の間に隙間が生じると入射光が増加し、明るくはなるが表示色に白の光が混色し色純度が低下するので好ましくない。

カラーフィルタ 26 は、明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率になるべく高いことが好ましく、各色の最大透過率は 80% 以上が良く、90% 以上が最も好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も 20% ~ 50% と高くする必要がある。

カラーフィルタ 26 としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型などが使えるが、アクリル系や PVA 系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型が耐熱温度が高く、色純度も良いので、最も好ましい。

このような高透過率のカラーフィルタ 26 を得るために、第 1 の基板 1 にアルミニウム薄膜の半透過反射層 25 を形成し、半透過反射層 25 の表面に厚さ $0.3 \mu\text{m}$ の SiO_2 を形成し、感光性樹脂に顔料を 10 ~ 15% 配合したカラーレジストを、スピナーを用いて第 1 の基板 1 に塗布し、露光工程と現像工程を行い、厚さが $1 \mu\text{m}$ 程度でも、透過率が高いカラーフィルタ 26 を形成した。

各構成部材の配置関係は、図 19、図 20 に示したものと同一である。

つぎに、本実施例の液晶表示装置の効果について、図面を用いて説明する。カラーフィルタ 26 は全く複屈折性を持たないので、反射表示については、実施例 5 と同じであり、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 を用いることで良好なコ

ントラストが得られ、さらに散乱層 9 と異方性散乱層 10 を用いることで、視野角特性が良好で明るい表示となる。

そして、表示画素のオンとオフを組み合わせることで、カラー表示が可能となる。例えば、赤フィルタ R をオン（白）とし、緑フィルタ G と青フィルタ B をオフ（黒）とすることで、赤表示が可能となる。

本実施例の半透過反射型の液晶表示装置は、反射率が高く、かつ、コントラスト比が 10 以上と高い値が得られたので、バックライト 16 が非点灯の反射表示でも、彩度が高く、明るいカラー表示が得られた。

つぎに、バックライト 16 を点灯した透過表示について説明する。半透過反射層 9 とカラーフィルタ 10 は複屈折性を持たないので、透過表示も実施例 5 と同じである。したがって、バックライト 16 から出た光は、下偏光板 17 により直線偏光となり、第 3 の位相差板 19 と第 2 の位相差板 18 を透過することで円偏光となる。半透過反射層 9 で、約 8 割は反射されるが、残りの 2 割の光が透過する。

液晶素子 22 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 22 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 により、複屈折性がほぼ全波長にわたり $1/4$ 波長相当となっているので、第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 で発生した位相差は、液晶素子 22 とねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 と第 2 の位相差板 14 で発生する位相差で減算されて 0 となり、下偏光板の透過軸 17 a と同一方向の直線偏光となって出射する。

上偏光板の透過軸 11 a と下偏光板の透過軸 17 a は直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。そして、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、実施例 5 と同様な効果で

白表示となる。

このように、上偏光板 11 と第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 と散乱層 9 と異方性散乱層 10 と、半透過反射層 25 とカラーフィルタ 26 を内在した液晶素子 22 により、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストで、明るく、視野角特性が良好なカラー表示が可能である。また、液晶素子 22 の下側に第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 と下偏光板 17 とバックライト 16 を備えることで、外光が少ない環境においてバックライト 16 を点灯することで、良好なカラー表示が得られる。

本実施例では、カラーフィルタ 26 を第 1 の基板 1 に設けたが、第 2 の基板 2 の内側で、第 2 の電極 4 と第 2 の基板 2 の間にカラーフィルタ 26 を形成することも可能である。しかし、カラーフィルタ 26 を第 1 の基板に設ける方が、保護膜 8 を、カラーフィルタ 26 の平坦化と、半透過反射膜 25 と第 1 の電極 3 との絶縁層を兼ねることが可能となり好ましい。

また、カラーフィルタ 26 として、赤緑青の 3 色を用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの 3 色のカラーフィルタを用いても、同様に、明るいカラー表示が可能である。

また、半透過反射層 25 を、厚さ $0.02\ \mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜で形成したが、厚さ $0.03\ \mu\text{m} \sim 0.01\ \mu\text{m}$ であれば、1 部の光が透過して、ハーフミラーとすることが可能である。

また、半透過反射層 25 として、アルミニウム薄膜上に SiO_2 薄膜を形成したが、陽極酸化処理により酸化アルミニウムを形成することや、反射率を改善するために、アルミニウム薄膜上に屈折率の異なる無機酸化物の多層膜を用いることも可能である。

また、光学補償素子として、ねじれ位相差板 12、第 1 の位相差

板 1 3、及び第 2 の位相差板 1 4 の 3 枚を用いたが、実施例 1 の様に光学補償素子として 1 枚の位相差板を用いることや、複数枚の位相差板を用いることや、ねじれ位相差板 1 2 を 1 枚だけ用いることや、ねじれ位相差板 1 枚と位相差板 1 枚を用いても、同様なカラー表示が得られる液晶表示装置を提供することが可能である。

なお、本実施例のカラーフィルタを用い液晶表示装置は、実施例 1 ～ 6 に記載した液晶表示装置にも適用できる。

(実施例 8)

つぎに、実施例 8 の液晶表示装置の構成について説明する。実施例 8 の液晶表示装置は、実施例 7 の液晶表示装置から散乱層 9 を取り除いた構成である。

本実施例における液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図 2 4 は本発明の本実施例における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図である。画素部の拡大図は図 2 3 に示したものと同一であり、配置関係は図 1 9、図 2 0 に示したものと同一であるので省略する。以下、図 1 8、図 2 3、図 1 9、図 2 0 を用いて、本発明の液晶表示装置の構成を説明する。

本発明の液晶表示装置は、図 2 4 に示すように、液晶素子 2 2 と、液晶素子 2 2 の上側に設けた異方性散乱層 1 0 と、ねじれ位相差板 1 2 と、第 1 の位相差板 1 3 と、第 2 の位相差板 1 4 と、上偏光板 1 1 と、液晶素子 2 2 の下側に設けた第 3 の位相差板 1 8 と、第 4 の位相差板 1 9 と、下偏光板 1 7 と、バックライト 1 6 により構成する。本実施例でも、光学補償素子として、ねじれ位相差板 1 2、第 1 の位相差板 1 3、及び第 2 の位相差板 1 4 の 3 枚を用い、異方性散乱層として、図 1 及び図 5 の曲線 3 4 又は曲線 3 5 に示す特性を有する材料を用いる。第 2 の光学補償素子として、第 3 の位相差板 1 8 と第 4 の位相差板 1 9 を用いる。

なお、異方性散乱層 10 として、図 5 及び図 6 の曲線 34 又は曲線 35 に示す特性を有する材料を用いる。

また、異方性散乱層 10 として、図 2 及び図 3 の曲線 31 又は曲線 32 に示す特性を有する材料を用いることもできる。

上偏光板 11、第 2 の位相差板 14、第 1 の位相差板 13、ねじれ位相差板 12、及び異方性散乱層 10 は、アクリル系粘着剤で一体化されている。液晶素子 22 は、アクリル系粘着剤を用いて貼り付けられている。また、下偏光板 17、第 4 の位相差板 19、及び第 3 の位相差板 18 は、アクリル系粘着剤で一体化されており、液晶素子 22 も、アクリル系粘着剤で貼り付けられている。

液晶素子 22 の構成は、実施例 6 と同一であり、半透過反射層 25 は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることで、一部の光は透過し、残りの光は反射する、いわゆるハーフミラーにしてある。本実施例では、アルミニウムの膜厚を 0.02μ としたことで、20% 程度の光を透過し、残りの 80% の光を反射するようにし、図 18 に示したように画素周辺に長方形の形状で形成した。

上偏光板 11、ねじれ位相差板 12、第 1 の位相差板 13、第 2 の位相差板 14、下偏光板 17、第 3 の位相差板 18、第 4 の位相差板 19、及びバックライト 16 は実施例 6 で用いたものと同じである。

各構成部材の配置関係は、図 19、図 20 に示したものと同じであるので省略する。

つぎに、実施例 8 の液晶表示装置の効果について説明する。図 22 の構成では、散乱層 9 と異方性散乱層 10 を、液晶素子 22 とねじれ位相差板 12 の間に設けたが、本実施例では図 24 に示すように、散乱層 9 が無く、異方性散乱層 10 のみが設けられている。

そして、表示画素のオンとオフを組み合わせることで、カラー表

示が可能となり、この異方性散乱層 10a を備えることで、一般的な環境下で最も多い入射角である $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の光を、層法線方向である視認方向へ強く反射させることが可能となり、明るい表示が得られ、さらに、後方散乱が少ないので、コントラストも向上する。層法線方向の散乱性が高いため、実施例 3 の液晶表示装置よりは、多少文字ボケが発生したが明るいカラー表示が得られた。

この異方性散乱層 10a の効果は、ツイスト角が 90° 前後の TN モードでも得られるが、特にツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ の STN モードにおいて、視野角特性改善の効果が大きく、有効である。

また、バックライト 16 を点灯した透過表示についても、実施例 3 と同様な効果により、良好なカラー表示が得られた。

このように、上偏光板 11 と第 2 の位相差板 14 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 と異方性散乱層 10a と、半透過反射層 9 とカラーフィルタ 26 を内在した STN モードの液晶素子 22 により、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストで、明るく、視野角特性が良好なのカラー表示が可能であり、液晶素子 22 の下側に第 3 の位相差板 18 と第 4 の位相差板 19 と下偏光板 17 とバックライト 16 を備えることで、外光が少ない環境ではバックライト 16 を点灯することで、良好なカラー表示が得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供できる。

請 求 の 範 囲

1. 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直行する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層へ入射した光はX軸方向への散乱角度より、Y軸方向への散乱角度が広いことを特徴とする液晶表示装置。

2. 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直行する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向においても、またY軸方向においても対称であり、かつ、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、X軸方向とY軸方向とで直行透過率の最大値がほぼ等しいことを特徴とする液晶表示装置。

3. 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向

したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直行する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向においても、またY軸方向においても対称であり、かつ、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、X軸方向とY軸方向とで直行透過率の最大値が異なることを特徴とする液晶表示装置。

4. 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直行する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向において非対称であり、Y軸方向においては対称であることを特徴とする液晶表示装置。

5. 前記異方性散乱層の斜め方向の直行透過率において、X軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率の最大値が、Y軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率の最大値より高いことを特徴とする請求項3または請求項4に記載の液晶表示装置。

6. 前記異方性散乱層に加えて、散乱層を設けたことを特徴とす

る請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の液晶表示装置。

7. 前記ネマチック液晶はツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

8. 前記反射層が半透過反射層とし、前記第 1 の基板の外側にバックライトを設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

9. 前記第 1 の基板又は第 2 の基板のどちらか一方に複数色を有したカラーフィルタを設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

10. 前記第 2 の基板側には少なくとも 1 枚の光学補償素子を備え、前記光学補償素子として、位相差板又はねじれ位相差板、あるいは位相差板とねじれ位相差板の両方を用いることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

補正書の請求の範囲

[2001年4月27日(27.04.01)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1-4は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(2頁)]

1. (補正後) 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層へ入射した光はX軸方向への散乱角度より、Y軸方向への散乱角度が広いことを特徴とする液晶表示装置。

2. (補正後) 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向においても、またY軸方向においても対称であり、かつ、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、X軸方向とY軸方向とで直行透過率の最大値がほぼ等しいことを特徴とする液晶表示装置。

3. (補正後) 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツ

イスト配向したネマチック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向においても、またY軸方向においても対称であり、かつ、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低く、X軸方向とY軸方向とで直行透過率の最大値が異なることを特徴とする液晶表示装置。

4. (補正後) 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記第1と第2の基板間に挟持されたツイスト配向したネマティック液晶を有する液晶素子を備えた液晶表示装置であって、

反射層より視認者側には入射角に応じて直行透過率が異なる異方性散乱層を備え、

前記異方性散乱層の優先視野角の方向をY軸とし、該Y軸方向とほぼ直交する方向をX軸とした場合、

該異方性散乱層の直行透過率の入射角依存性は異方性散乱層の層法線に対して、X軸方向において非対称であり、Y軸方向においては対称で、かつ、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低いことを特徴とする液晶表示装置。

5. 前記異方性散乱層の斜め方向の直行透過率において、X軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率の最大値が、Y軸方向に斜めに傾けたときの直行透過率の最大値より高いことを特徴とする請求項3または請求項4に記載の液晶表示装置。

条約第19条（1）に基づく説明書

請求の範囲第4項に、異方性散乱層の層法線方向の直行透過率が斜め方向からの直行透過率より低い構成を加えました。

これにより、引用例（JP. 11-119215）との差異を明確にしました。

Fig.1

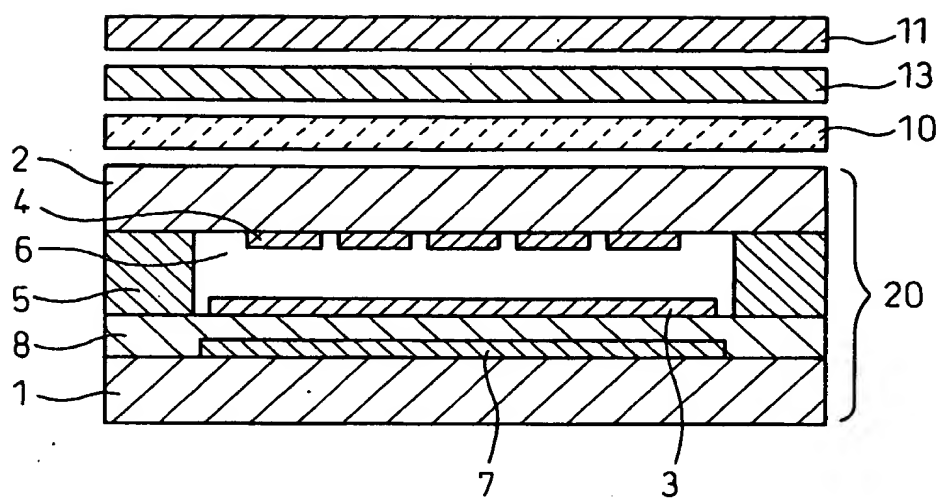
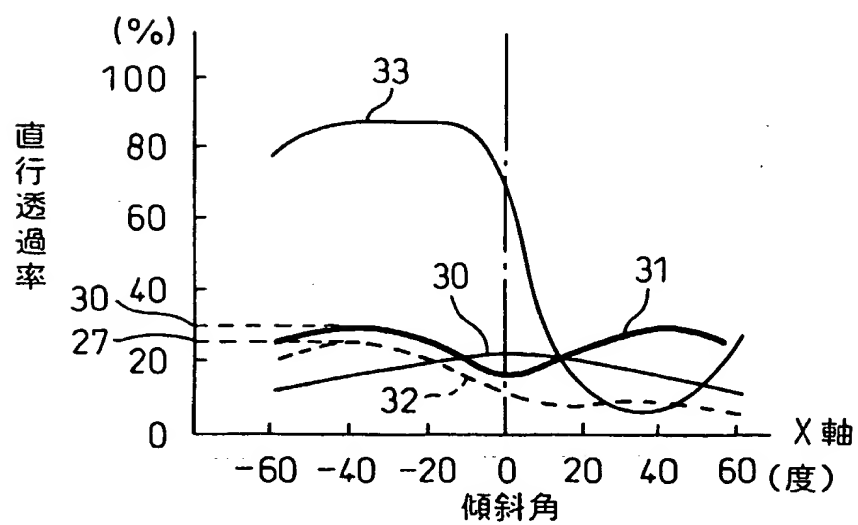
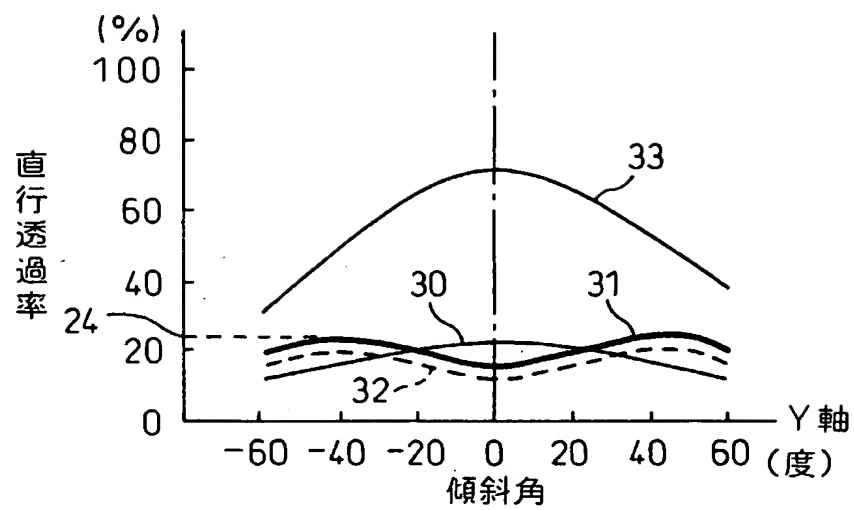


Fig.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 4B
Y軸方向における断面図

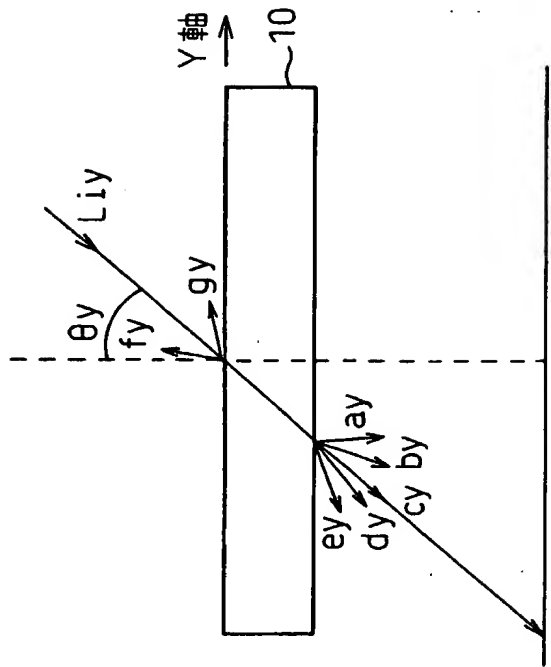
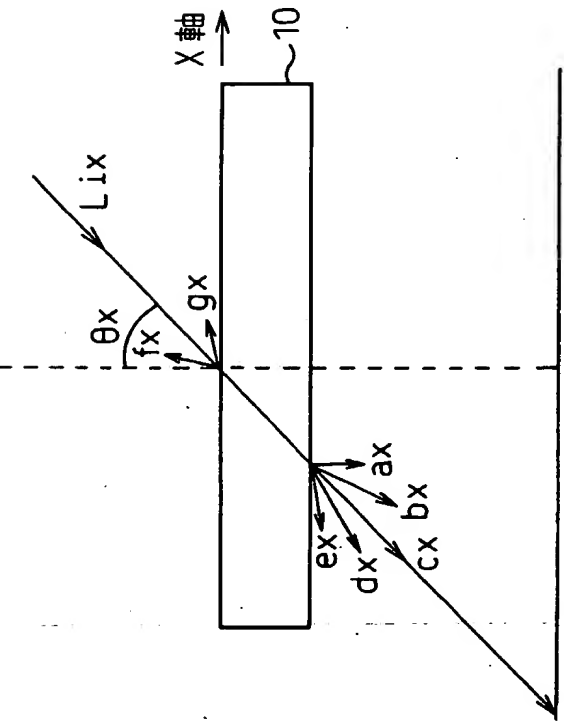


Fig. 4A
X軸方向における断面図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.5

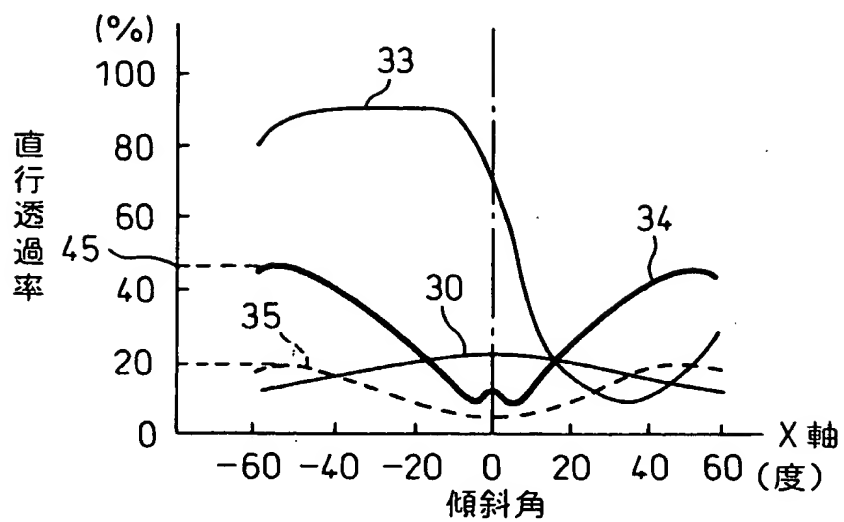
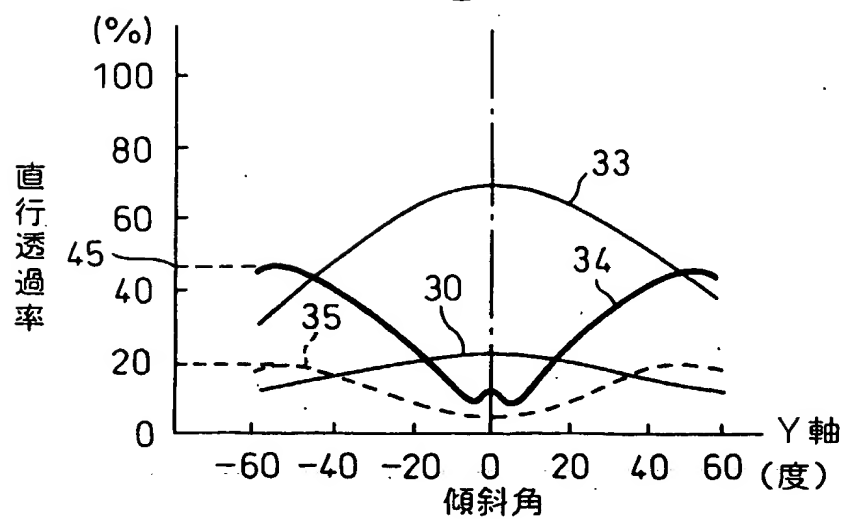


Fig.6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.9

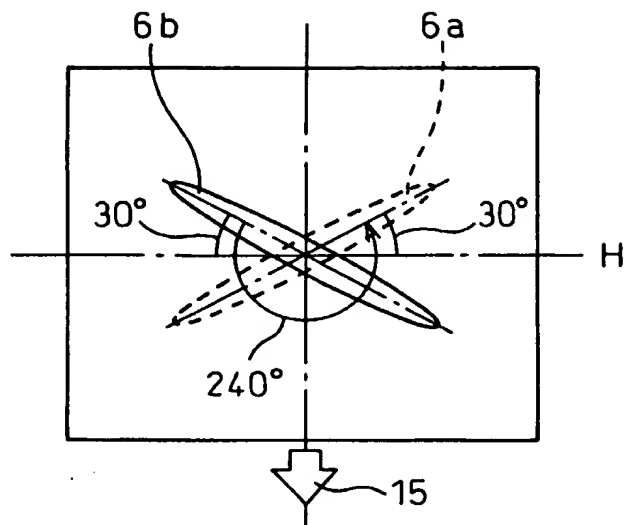
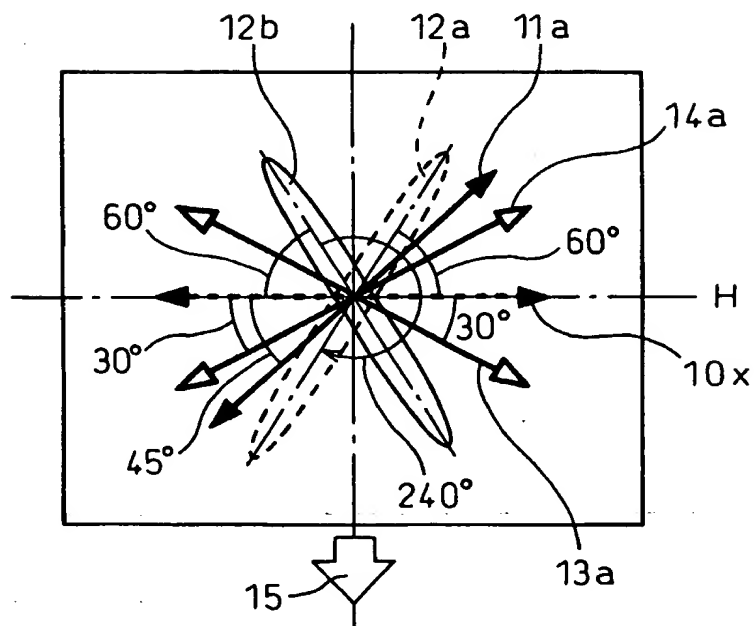
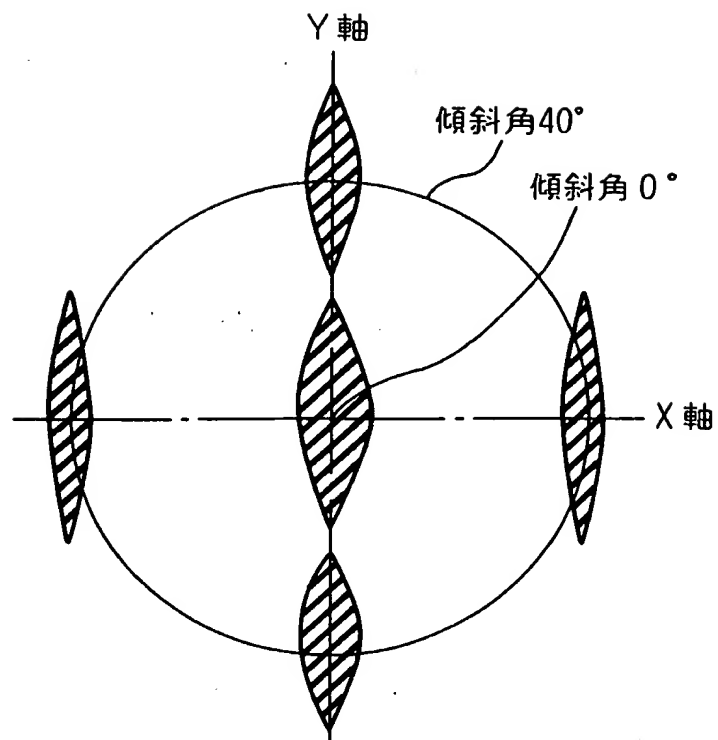


Fig.10



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.11



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.12

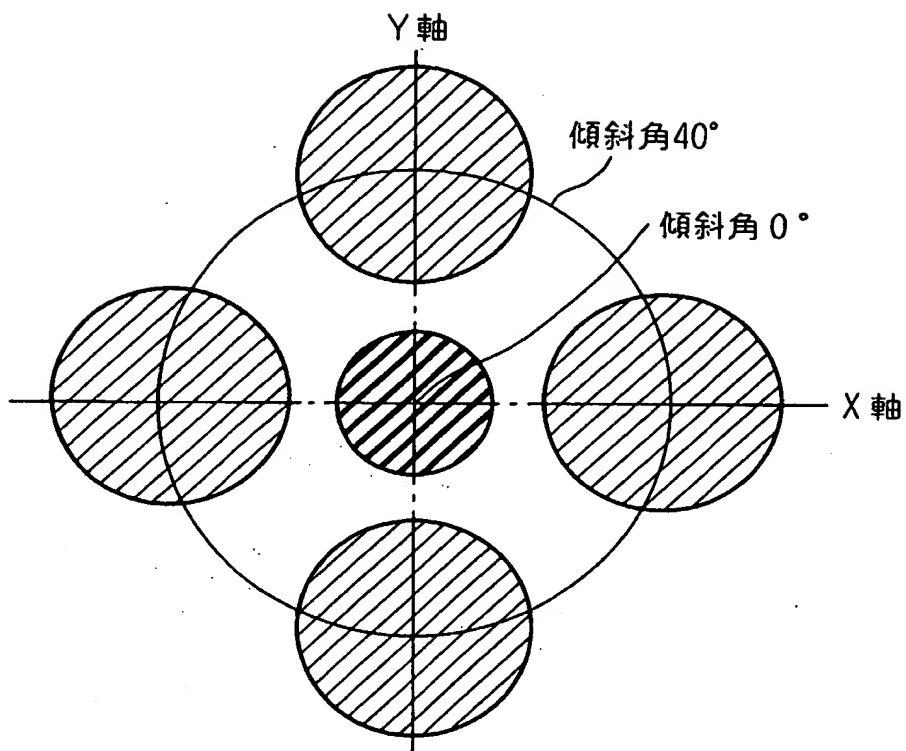
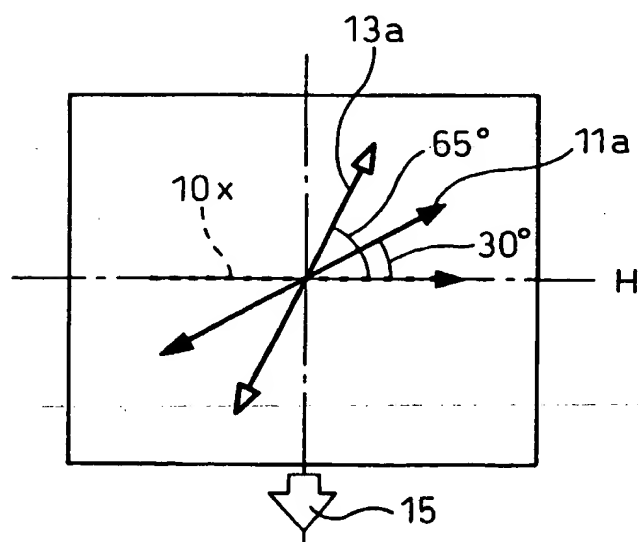


Fig.13



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.14

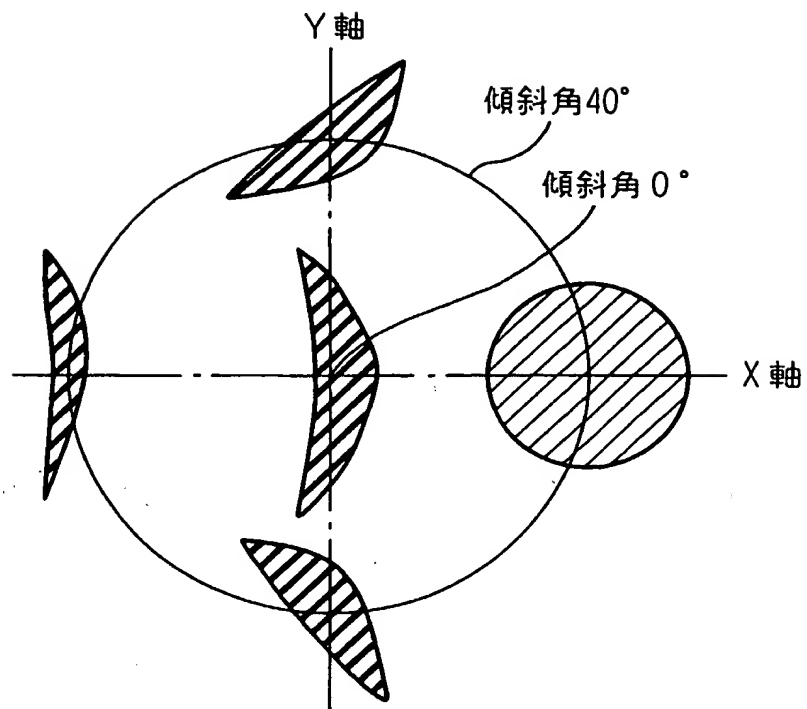
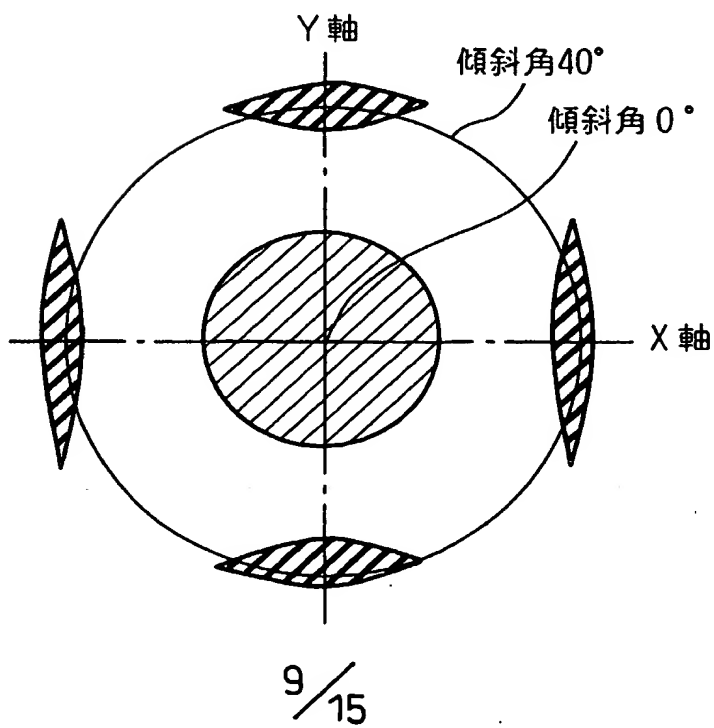


Fig.15



THIS PAGE BLANK (33710)

Fig.16

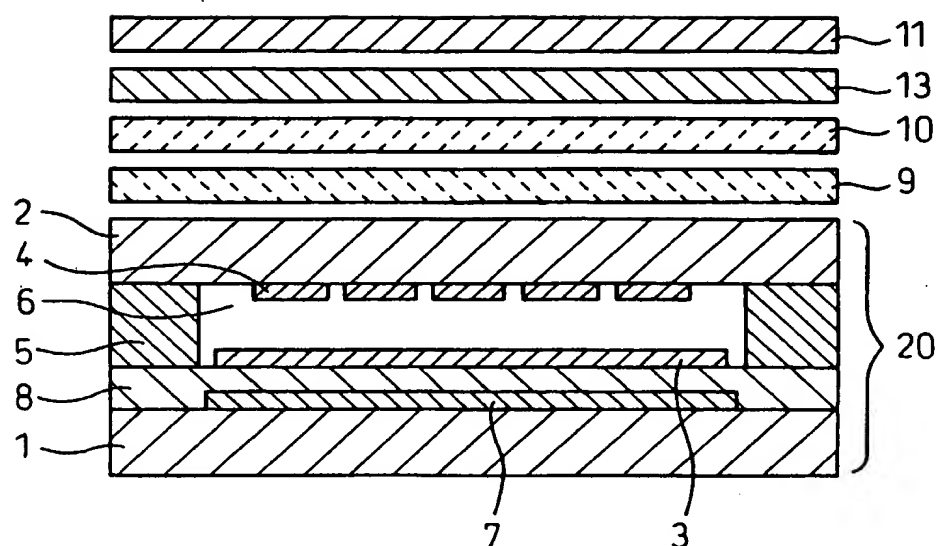
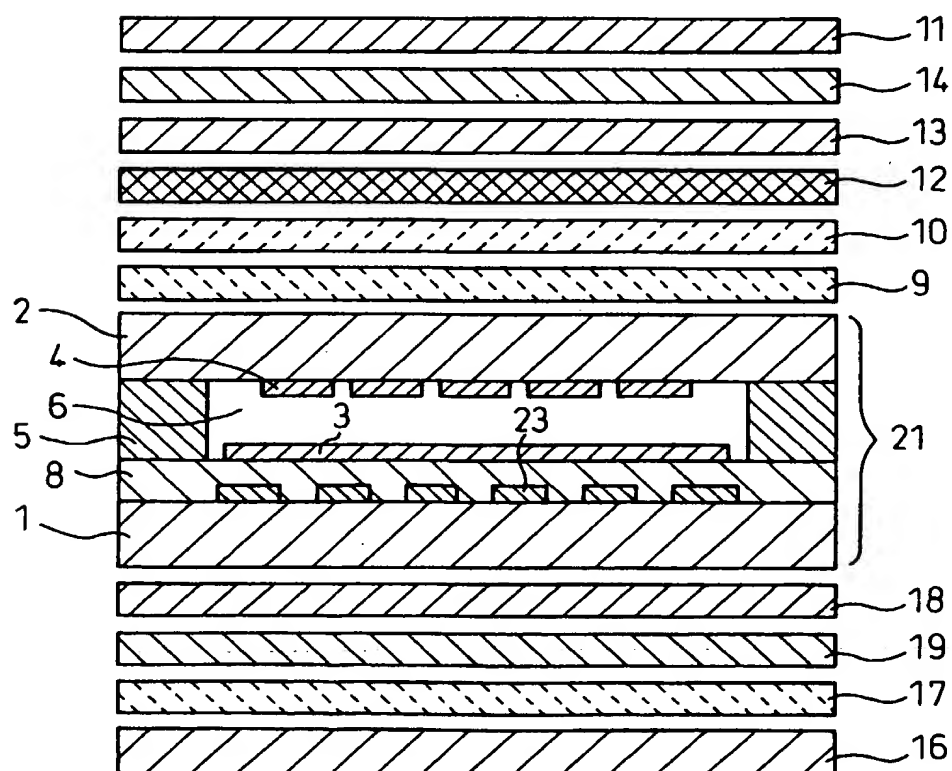


Fig.17



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.18

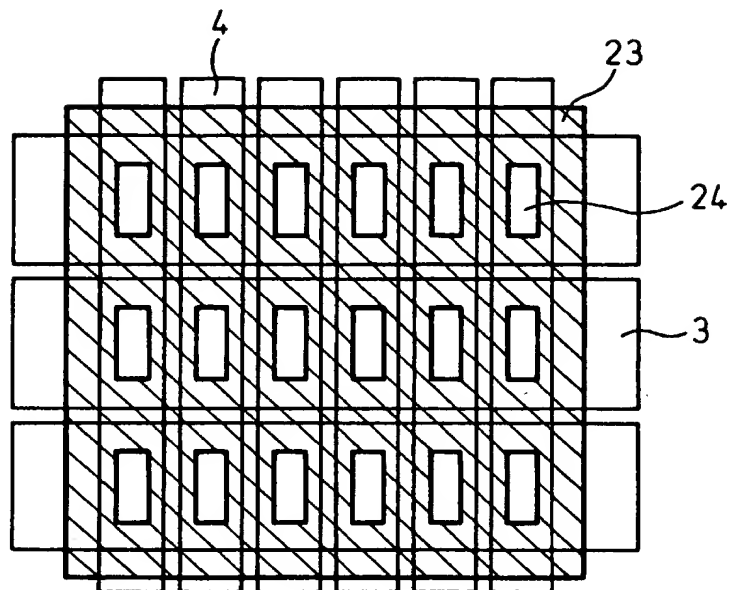
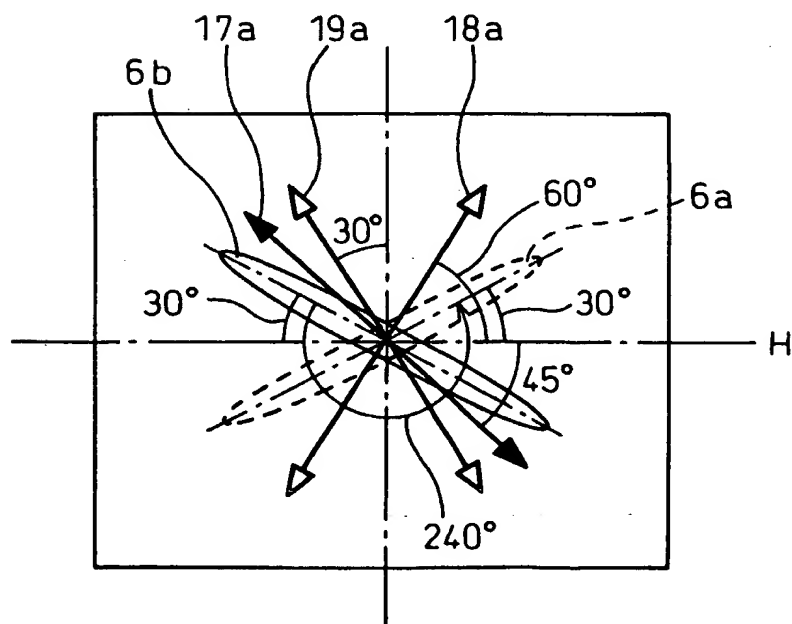


Fig.19



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 20

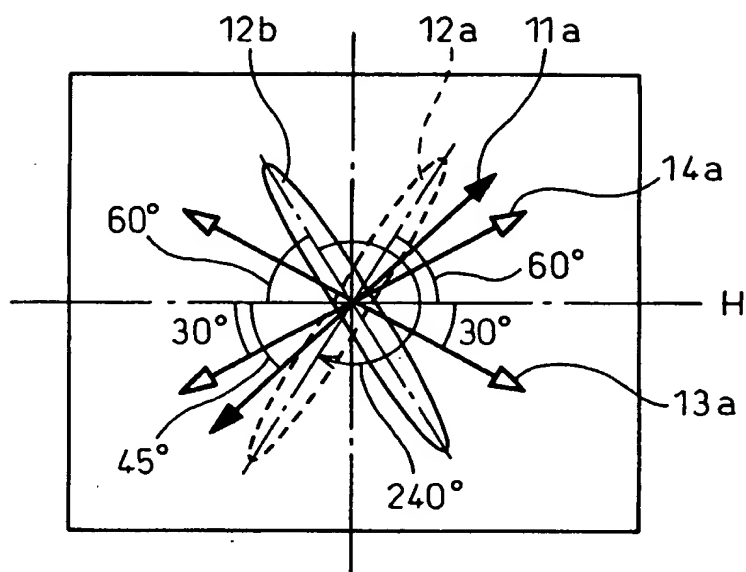
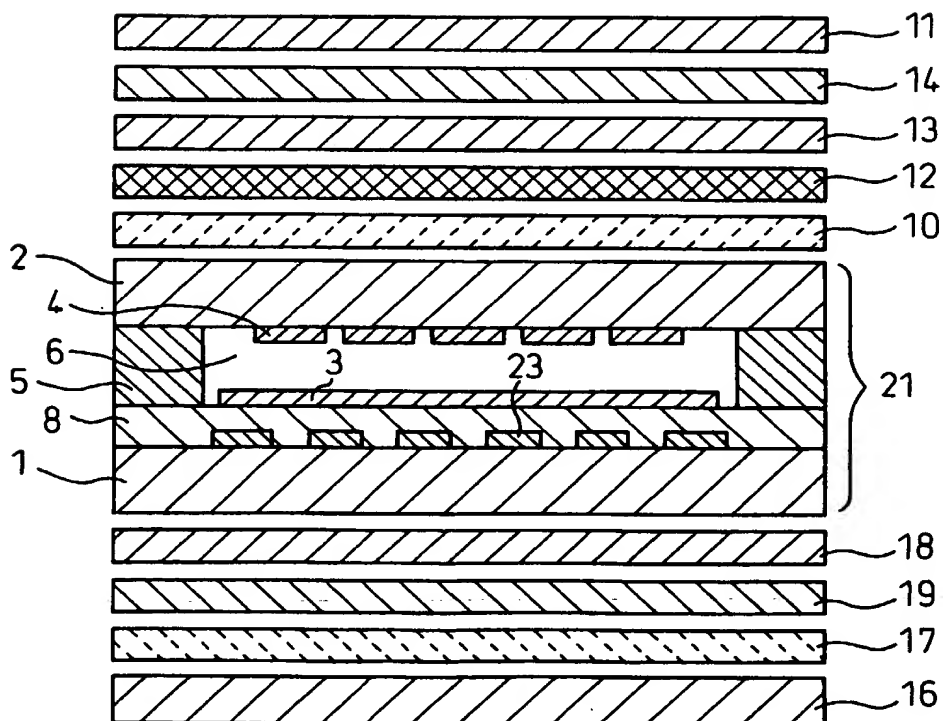
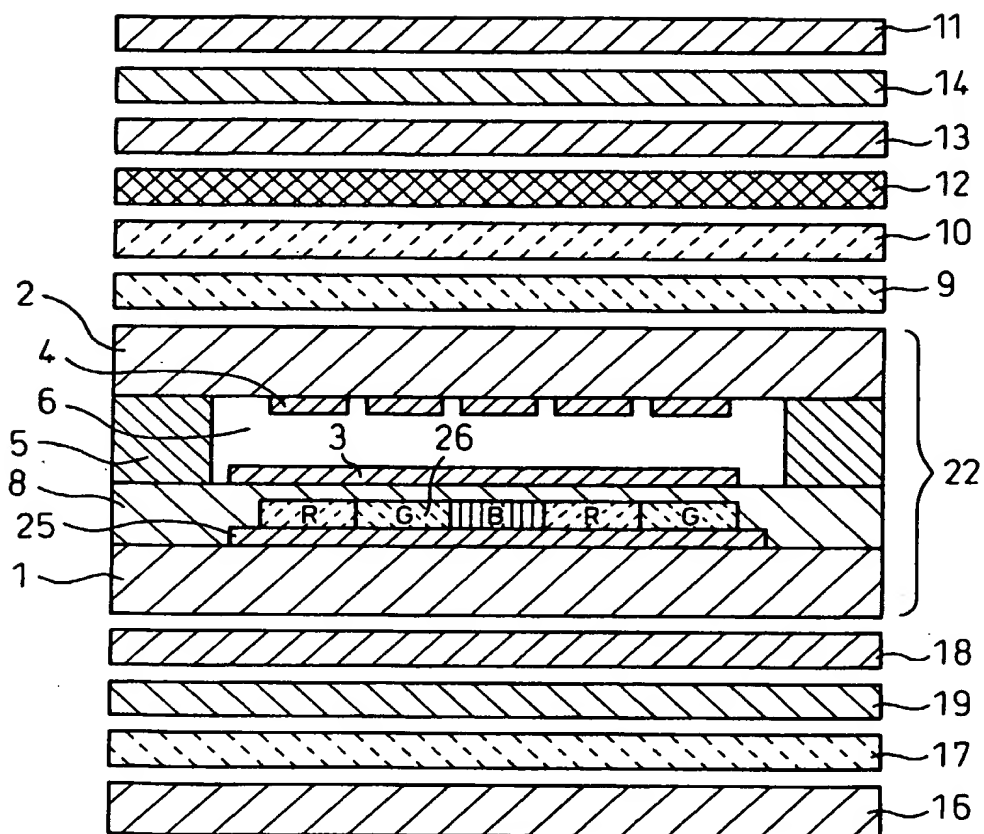


Fig. 21



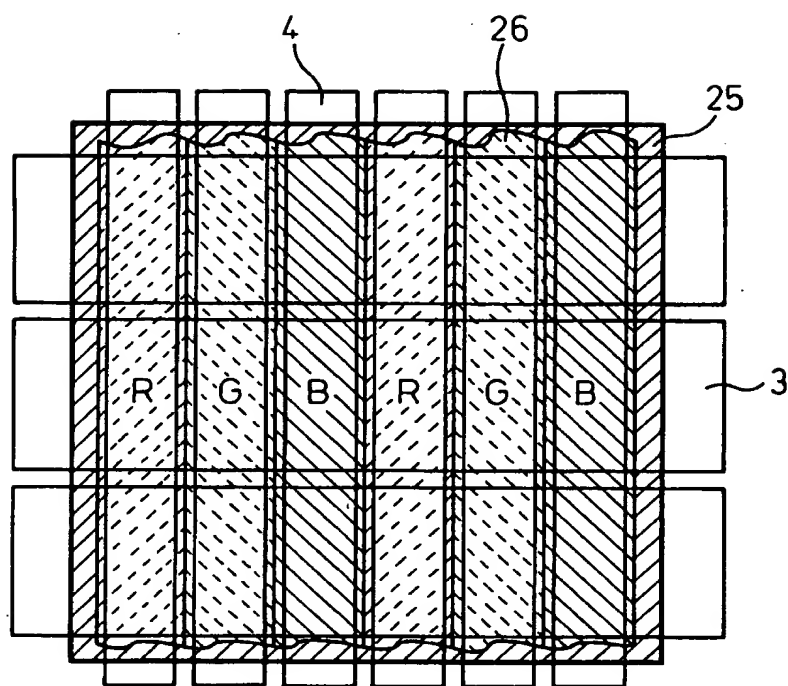
THIS PAGE BLANK (USP10)

Fig. 22



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 23



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02F1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02F1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 0886169, A2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd), 23 December, 1998 (23.12.98) & JP, 11-7007, A	1-10
X	JP, 11-119215, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.),	4-7, 9, 10
Y	30 April, 1999 (30.04.99) (Family: none)	8
Y	EP, 0470817, A2 (SEIKO EPSON CORPORATION), 12 February, 1992 (12.02.92), Column 11, lines 28 to 36 & JP, 4-97121, A	8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 February, 2001 (20.02.01)

Date of mailing of the international search report
06 March, 2001 (06.03.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile N .

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP、0886169、A2 (Matsushita Electric Industrial Co. Ltd) 23. 12月. 1998 (23. 12. 98) & JP、11-7007、A	1-10
X	JP、11-119215、A (松下電器産業株式会社) 30. 4月. 1999 (30. 04. 99) (ファミリーなし)	4~7, 9, 10
Y		8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 02. 01

国際調査報告の発送日

06.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤岡 善行

2X 9225

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP、0470817、A2 (SEIKO EPSON CORPORATION) 12. 2月. 92 (12. 02. 92) 第11欄第28-36行 & JP、4-97121、A	8